GMC INSTRUMENTS
GOSSEN METRAWATT CAMILLE BAUER

MAXTEST

HT-2038

VDE-0100
Installationsprüfgerät

Bedienungsanleitung

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG 3

2. LISTE DER FUNKTIONEN 4

3. ANGEWENDETE NORMEN 6

4. TECHNISCHE DATEN 7
4.1. Funktionen 7
4.2. Allgemeine Technische Daten 19

5. GERÄTEBESCHREIBUNG 20
5.1.Vorderansicht 20
5.2. Anschlüsse 22
5.3. Austausch der Batterien und Sicherungen 23
5.4. Display-Aufbau 24

6. BEDIENUNGSANLEITUNG 25
6.1. PE-Test 25
6.2. Durchgangstest / Niederohmmessung bei Schutzleitern, potential ausgleichenden Leitern etc. mittels Prüfstrom von 200 mA ⎓ 26
6.3. Isolationswiderstandsmessung mit Prüfspannungen von 250V, 500V oder 1000V 28
6.4. Erdwiderstandsmessung 32
6.5. Spezifischer Erdwiderstand 35
6.6. Phasenfolge 37
6.7. Netz- und Schleifenimpedanz mit Kurzschlußstromermittlung 38
6.8. FI-Prüfung und Analyse 41
6.8.1. Theoretische Grundlagen des FI- Betriebs 41
6.8.2. Messung der Berührungsspannung U_B 41
6.8.3. Messung der Auslösezeit t_A 43
6.8.4. Messung des Auslösestroms Ia 47
6.8.5. FI Analyse 48
6.9. Messung des Spannungsabfalls 48
6.10. Präzisionswiderstandsmessung 51
6.11. Durchgangstest / Niederohmmessung mittels Prüfstrom von 10A 53
6.12. Messungen mit Drei-Phasen-Adapter 56
6.13. Speichern der Meßergebnisse 59
6.14. Aufrufen gespeicherter Meßergebnisse 61
6.15. RS232 Schnittstelle 63
6.16. Zurücksetzen des Meßgerätes 65
6.17. Kontrasteinstellung beim Display 66
6.18. Zeiteinstellung 68

7. STANDARD LIEFERUMFANG 69

1. Einleitung

Das professionelle Multifunktionssmeßgerät MAXTEST ist für Prüfungen nach **VDE 0100** von 127/230/400V Standard-Netzinstallationen sowie aller Nicht-Standard-Installationen im Spannungsbereich von 100-400V geeignet. Das MAXTEST zeichnet sich einerseits durch seine hohe Benutzerfreundlichkeit, andererseits durch seine Vielzahl von Meßfunktionen aus. Das Meßgerät verfügt über ungefähr 1000 Speicherpositionen zum Speichern von Meßergebnissen, welche später an einen PC überspielt oder ausgedruckt werden können. Jedes Meßergebnis wird mit den wichtigsten Teilergebnissen und Parametern sowie mit der Stromschleifen- und Meßstandortnummer gespeichert, so daß später eine Zuordnung der Meßdaten zum geprüften Objekt leicht erfolgen kann.

Die elektrische Auslegung und mechanische Verarbeitung des MAXTESTs gewährleistet eine hohe Bediensicherheit sowie, ungeachtet der gewählten Meßfunktion, Schutz vor Fehlbedienungen wie z.B. unzulässigen Netzanschlüssen.

Die Stromversorgung des Meßgerätes erfolgt über vier 1.5-V LR20 Alkali-Batterien.

Zur Transportsicherheit sowie zum Schutz des Meßgerätes vor mechanischen Beschädigungen ist das Prüfgerät in einem Aluminiumgehäuse eingebettet.

Beachten Sie die nachfolgenden Symbole, welche bei der Verwendung des Meßgerätes angezeigt werden können:

-Weitere Informationen finden Sie im Bedienungshandbuch.

-Schalten Sie das Gerät aus und ziehen Sie alle Meßkabel ab **gefährliche Spannung** !

-Doppelisolierung

2. LISTE DER MEßFUNKIONEN

Symbol	Stellung des Drehwahlschalters	Funktionsbeschreibung
R	**LOW Ω** 10A ∿	Niederohmmessung / Durchgangsprüfung.mit 10A
ΔU		Spannungsabfall auf 10A skaliert
R	**LOW Ω** 200mA ⎓	Niederohmmessung / Durchgangsprüfung.mit 200 mA
R_E	**EARTH**	Zwei, Drei oder Vier-Punkt Erdwiderstandsmessung.
r		Spezifischer Erdwiderstand.
R_{ISO} 250V	**R_{ISO}**	Isolationswiderstand elektrischer Installationen; Meßspannung 250V.
R_{ISO} 500V		Isolationswiderstand elektrischer Installationen; Meßspannung 500V.
R_{ISO} 1000V		Isolationswiderstand elektrischer Installationen; Meßspannung 1000V.
$Z_{L-L/L-N}$	**Z LINE**	Schleifenimpedanz zwischen Zwei-Phasen oder Phase und Neutralleiter
I_K		Kurzschlußstrom.
i_p		Spitzenwert des zu erwartenden Kurzschlußstroms.
$U_{L-L/L-N}$		Netzspannung zwischen Zwei-Phasen oder Phase und Neutralleiter
f		Frequenz der L-L oder L-N Spannung.
Z_{L-PE}	**Z LOOP**	Schleifenimpedanz zwischen Phase und Schutzleiter
I_K		Kurzschlußstrom.
i_p		Spitzenwert des zu erwartenden Kurzschlußstromes.
U_B		Berührungsspannung bei maximal zu erwartendem Kurzschlußstrom
U_{L-PE}	**Z LOOP** **FI function**	Netzspannung zwischen Phase- und Schutzleiter.
f		Frequenz der L-PE Spannung.
	◯ **PHASE ROTATION**	Links- oder rechtsdrehende Phase.

Symbol	Stellung des Drehwahlschalters	Funktionsbeschreibung
U_B	**FI** **VOLTAGE U_B** **TIME t**	Berührungsspannung bei Nenn- oder doppeltem Nennfehlerstrom (für selktive FI).
$R_{E(L)}$		Erdwiderstand, Schleifenwiderstand.
t		Auslösezeit.
I_Δ	**FI CURRENT**	Auslösestrom.
$U_B(I_\Delta)$		Berührungsspannung bei Auslösestrom.
$t(I_\Delta)$		Auslösezeit bei Auslösestrom.
	FI-Analysis	Automatischer Test aller wichtiger FI-bezogener Parameter.
ΔU	**VOLTAGE DROP**	Spannungsabfall
Z	**Z2Ω** Im=280Amax	Präzisionsmessung der Netz- oder Schleifenimpedanz zwischen zwei Phasen oder zwischen Phase und Neutralleiter, oder zwischen Phase und Schutzleiter.
I_K		Kurzschlußstrom
i_p		Präzisionsmessung des Spitzenkurzschlußstromes.
U_B		Präzisionsmessung der Berührungsspannung bei maximal zu erwartendem Kurzschlußstrom.

3. ANGEWENDETE NORMEN

EN 61010-1 allg. Sicherheitsvorschriften für elektrische Meßinstrumente
EN 50081-1 1991
EN 50082-1 1991 C class } EMV Bestimmungen

VDE 0413/1 ..... Isolationswiderstand

VDE 0413/3..... Schleifen/Netzwiderstand und zu erwartender Kurzschlußstrom

VDE 0413/4 ..... Niederohmmessung

VDE 0413/6..... FI Prüfung

VDE 0413/7..... Erdwiderstand

VDE 0413/9 ..... Phasendrehung

4. TECHNISCHE DATEN

4.1. Funktionen

♦ **Durchgangsstest / Niederohmmessung mit 200 mA**

R (LOW Ω 200mA ⎓**)**

Meßbereich (Ω)	Auflösung (Ω)	Meßgenauigkeit*
0 ÷ 20	0.01	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)

* Automatische Abgleichung verhindert die Berücksichtigung des Kabelwiderstandes.

Die Messung wird bei automatischer Polaritätsumkehrung durchgeführt; es wird der arithmetische Mittelwert beider Messungen angezeigt.
Angezeigter Meßstrom:

-Meßbereich 0 ÷ 400 mA
-Auflösung 1 mA
-Genauigkeit ±(2% der Anzeige + 2 mA)

Kurzschlußstrom I_{SC} > 200 mA DC. (bei Batteriespannung U_{BAT} > 5 V)
Leerlaufspannung U_{OC} > 4.5 V (bei Batteriespannung U_{BAT} > 5 V)

♦ **Durchgangsstest / Niederohmmessung mit 10 A**

R (LOW Ω 10A ∿**)**

Meßbereich (Ω)	Auflösung (Ω)	Meßgenauigkeit
0 ÷ 0.5	0.001	±(2% der Anzeige + 2Stellen)

Meßstrom I_m > 10 A ∿ / 230 V +6, -10% Stromzufuhr
Leerlaufspannung U_{OC} < 12 V ∿ bei 240 V Netzspannung)

Angezeigte Meßspannung:

- Meßbereich 0 ÷ 12 V
- Auflösung 0,01 V
- Meßgenauigkeit ±(2% der Anzeige + 2 Stellen)

Meßsystem: 4 Leiter

Angezeigter Meßstrom:

- Meßbereich 0 ÷ 30 A
- Auflösung 0,1 A
- Meßgenauigkeit ±(2% der Anzeige + 2 Stellen)

♦ **Auf 10A ∿ skalierter Spannungsabfall**

SPANNUNGSABFALL (LOW Ω 10A ∿)

Meßbereich (V)	Auflösung (V)	Meßgenauigkeit
0 ÷ 12	0.01	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)

Angezeigter Widerstand und Meßstrom.

♦ **Erdwiderstandsmessung mit zwei, drei- oder vier-Adern**

R_E (ERDE)

Meßbereich* (Ω)	Auflösung (Ω)	Meßgenauigkeit
0 ÷ 19.99	0.01	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)
20.0 ÷ 199.9	0.1	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)
200 ÷ 1999	1	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)

* Automatische Meßbereichswahl

Meßfrequenz: 125 Hz ± 1 Hz
Meßstrom: < 10 mA effektiv
Meßspannung bei offenem Anschluß: < 65 V effektiv
Form der Meßspannung: Sinuswelle
Angezeigte Stromstärke und potentieller Spitzenwiderstand:
- Meßbereich 0 ÷ 50 KΩ
- Auflösung 0,1 KΩ
- Meßgenauigkeit ±(10% der Anzeige + 0,5 KΩ)

♦ **Messung des bodenspezifischen Widerstandes**

ρ (ERDE)

Meßbereich *r** (Ωm)	Auflösung (Ωm)	Meßgenauigkeit
0 ÷ 19,99	0,01	±(2% der Anzeige + 2pa·0,02Ω); $\frac{\rho}{2\pi a} \le 19{,}99\Omega$
20,0 ÷ 199,9	0.1	
200 ÷ 1999	1	±(2% d. Anzeige + 2pa·0,2Ω); $19{,}99\Omega < \frac{\rho}{2\pi a} \le 199{,}9\Omega$
2,00k ÷ 19,99k	10	
20,0k ÷ 199,9k	100	±(2% der Anzeige + 2pa·2Ω); $199{,}9\Omega < \frac{\rho}{2\pi a}$
200k ÷ 377k	1000	

* Automatische Meßbereichswahl

Der Abstand der beiden Erdspieße ist frei zwischen 1 und 30m wählbar, mit den Standardkabeln kann jedoch a_{max}= 8 m erzielt werden.

$$\rho = 2\pi a R_E$$

ρ ..... bodenspezifischer Widerstand
a ..... Entfernung zwischen den beiden Erdspießen
R_E ..... Erwiderstand zwischen S und ES Erdspießen

Meßfrequenz: 125 Hz ± 1 Hz
Meßstrom: < 10 mA effektiv
Meßspannung bei offenem Anschluß: < 65 V effektiv
Form der Meßspannung: Sinuswelle
Angezeigte Stromstärke und potentieller Spitzenwiderstand:
- Meßbereich 0 ÷ 50 KΩ
- Auflösung 0,1 KΩ
- Meßgenauigkeit ±(10 % der Anzeige + 0,5 KΩ)

Interferenz (gültig für die Messung des Erdwiderstands wie des bodenspezifischen Widerstandes):

Interferenzspannung 20 Vpp / 50Hz auf den potentiellen Stromkreis wirken sich mit max.
± 0.15Ω aus

Zulässiger Stromspitzenwiderstand Rc max.:

Der zulässige Spitzenwiderstand Rc max. führt zu einem max. 10-stelligen weiteren Fehlerwert (bodenspezifischer Widerstand) oder max. 2 Fehlerstellen (Erdwiderstand) und berechnet sich wie folgt:
Rc_{max}= (4 kΩ + 100 R_E) aber ≤ 50 kΩ
Rc = Rc1 + Rc2 (Messung des bodenspezifischen Widerstandes, siehe Abbildung 2)
Rc = Rc2 (Erdwiderstandsmessung siehe Abbildung 1)

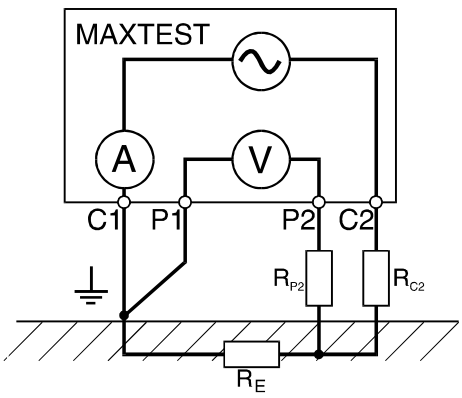


Abb.1. Ersatzstromkeis für Erdwiderstandsmessung

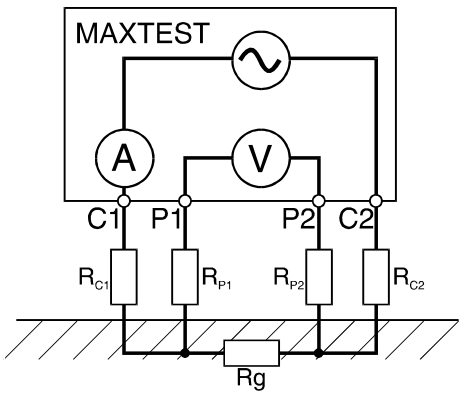


Abb.2. Ersatzstromkreis für Messung des bodenspezifischen Widerstandes

Zulässiger potentieller Spitzenwiderstand Rp max.:

Der zulässige Spitzenwiderstand Rp max. führt zu einem zusätzlichen, max. 10-stelligen Fehlerwert (Messung des bodenspezifischen Widerstandes) oder einem max. 2-stelligen Fehlerwert (Messung des Erdwiderstandes) und berechnet sich wie folgt:
Rp = (4 kΩ + 100 R_E) aber ≤ 50 kΩ

Rp = Rp1 + Rp2 (Messung des bodenspezifischen Widerstandes, siehe Abbildung 2)
Rp = Rp2 (Erwiderstandstandsmessung siehe Abbildung 1)

- **Isolationswiderstandsmessung bei elektrischen Installationen mittels einer Meßspannung von 250V**

R_{ISO}/250V (R_{ISO})

Meßbereich* (MΩ)	Auflösung (kΩ)	Meßgenauigkeit
0 ÷ 1.999	1	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)
2.00 ÷ 19.99	10	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)
20.0 ÷ 199.9	100	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)

* Automatische Meßbereichswahl

Displaybereich: 0÷1 GΩ
Meßspannung: 250 V, +10 % / -0 % d.c.
Angezeigte Meßspannung:
-Meßbereich 0 ÷ 325 V
-Auflösung 1 V
-Meßgenauigkeit ±(2% der Anzeige + 2 V)
Meßstrom: 1 mA (min.) bei 250 kΩ Last
Kurzschlußstrom: 1.4 mA (max.)

- **Isolationswiderstandsmessung bei elektrischen Installationen mittels einer Meßspannung von 500V**

R_{ISO}/500V (R_{ISO})

Meßbereich* (MΩ)	Auflösung (kΩ)	Meßgenuigkeit
0 ÷ 1.999	1	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)
2.00 ÷ 19.99	10	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)
20.0 ÷ 199.9	100	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)

* Automatische Meßbereichswahl

Displaybereich: 0÷1 GΩ
Meßspannung: 500 V, +10 % / -0 % d.c.
Angezeigte Meßspannung:
-Meßbereich 0 ÷ 650 V
-Auflösung 1 V
-Meßgenauigkeit ±(2% der Anzeige + 2 V)
Meßstrom: 2.2 mA (min.) bei 230 kΩ Last
Kurzschlußstrom: 2.6 mA (max.)

♦ **Isolationswiderstandsmessung bei elektrischen Installationen mittels einer Meßspannung von 1000V**

R_{ISO}/1000V (R_{ISO})

Meßbereich* (MΩ)	Auflösung (kΩ)	Accuracy
0 ÷ 1.999	1	±(2% reading + 2 digits)
2.00 ÷ 19.99	10	±(2% reading + 2 digits)
20.0 ÷ 199.9	100	±(2% reading + 2 digits)

* Automatische Meßbereichswahl
Displaybereich: 0÷1 GΩ
Meßspannung: 1000 V, +10 % / -0 % d.c.
Angezeigte Meßspannung:
-Meßbereich 0 ÷ 1300 V
-Auflösung 1 V
-Meßgenauigkeit ±(2% der Anzeige + 2 V)
Meßstrom: 1 mA (min.) bei 1000 kΩ Last
Kurzschlußstrom: 1.4 mA (max.)

♦ **Messung des effektiven RMS-Wertes einer AC Spannung**

$U_{L-L/L-N/L-PE}$ (Z Funktionen**, PHASENDREHUNG, FI** Funktionen**, SPANNUNGSABFALL)**

Meßbereich (V)	Auflösung (V)	Meßgenauigkeit
0 ÷ 440	1	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)

♦ **Frequenzmessung**

f (Z Funktionen, **PHASENDREHUNG, FI** Funktionen**, SPANNUNGSABFALL)**

Meßbereich (Hz)	Auflösung (Hz)	Meßgenauigkeit
45.0 ÷ 65.0	0.1	±(0.1% der Anzeige + 1 Stelle)

♦ **Messung der Netzimpedanz zwischen Phase- und Neutralleiter oder zwei Phasenleitern**

$Z_{L-L/L-N}$, R, X_L**

Meßbereich * (Ω)	Auflösung (Ω)	Genauigkeit
0 ÷ 19.99	0.01	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)
20.0 ÷ 199.9	0.1	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)
200 ÷ 1999	1	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)

* Automatische Meßbereichswahl
** Zusätzlicher Fehlerwert für X_L: 0,001·(10 Ω + R)
Nennspannung: 100 ÷ 440 V
Nennfrequenz: 45 ÷ 65 Hz

♦ Zu erwartender Kurzschlußstrom I_K (standard)

Berechnung des Kurzschlußstromes I_K:

$$I_K = \frac{400V}{Z} \text{----------} U_{L-L} = 400V \pm 15\%$$

$$I_K = \frac{230V}{Z} \text{----------} U_{L-N} = 230V \pm 15\%$$

$$I_K = \frac{U_N}{Z} \text{----------}$$

Genauigkeit bei I_K : Berücksichtigen Sie die Meßgenauigkeit für Z (LEITUNG)
I_K Displaybereich (400 V): 0,20 A ÷ 40 kA
I_K Displaybereich (230 V): 0,11 A ÷ 23 kA
Auflösung I_K :

0,06 ÷ 19,99 A.....0.01 A
20,0 ÷ 199,9 A.....0.1 A
200 ÷ 1999 A.....1A
2,00 ÷ 19,99 kA...10A
20,0 ÷ 40,0 kA.....100A

♦ Zu erwartender Kurzschlußstrom I_K - Nicht-Standardwerte

$$I_{K\,MAX\,3ph} = \frac{C_{MAX} \cdot U_{N(L-L)}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{2}{Z_{L-L}}$$

$$I_{K\,MAX\,2ph} = \frac{C_{MAX} \cdot U_{N(L-L)}}{Z_{L-L}}$$

$$I_{K\,MAX\,L\text{-}N} = \frac{C_{MAX} \cdot U_{N(L-L)}}{Z_{L-N}}$$

$$I_{K\,MIN\,3ph} = \frac{C_{MIN} \cdot U_{N(L-L)}}{\sqrt{3}} \cdot \frac{2}{Z_{(L-L)HOT}}$$

$$I_{K\,MIN\,2ph} = \frac{C_{MIN} \cdot U_{N(L-L)}}{Z_{(L-L)HOT}}$$

$$I_{K\,MIN\,L\text{-}N} = \frac{C_{MIN} \cdot U_{N(L-N)}}{Z_{(L-N)HOT}}$$

$$Z_{HOT} = \sqrt{(1.5 \cdot R)^2 + X_L^2}$$

$i_P = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K\,MAX}$ $\chi = 1.02 + 0.98 \cdot e^{-\frac{3R}{X_L}}$

	U_N=230/400 V	U_N≠230/400 V
C_{MAX}	1.00	1.05
C_{MIN}	0.95	1.00

♦ **Schleifenwiderstandsmessung zwischen Phasen und Schutzleiter**

Z_{L-PE}, R, X_L (Z Schleife)**

Meßbereich * (Ω)	Auflösung (Ω)	Meßgenauigkeit
0 ÷ 19.99	0.01	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)
20.0 ÷ 199.9	0.1	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)
200 ÷ 1999	1	±(2% der Anzeige + 2 Stellen)

* Automatische Meßbereichswahl
** Zusätzlicher Fehlerwert für X_L: 0,001·(10 Ω + R)

♦ **Berührungsspannung bei Kurzschlußstrom**

U_B / I_K (Z Schleife, Z2Ω Im=280 A max.)

Meßbereich (V)	Auflösung (V)	Meßgenauigkeit
0 ÷ 199.9	0.1	Berücksichtigen Sie die Meßgenauigkeit bei I_K und R_{con}
200 ÷ 500	1	

Z SCHLEIFE:
Genauigkeit bei R_{con}: ±(2% des intern ermittelten Wertes + 0,05 Ω)

Z2Ω Im=280 A max.:
Genauigkeit bei R_{con}: ±(2% des intern ermittelten Wertes + 0,002 Ω)

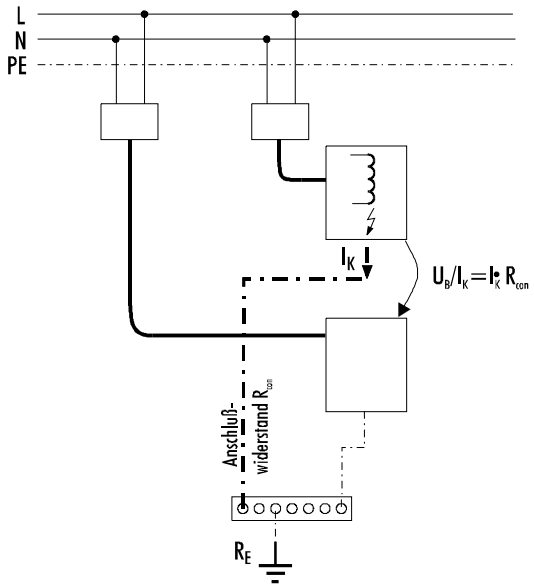


Abb. 3. Kontaktspannung bei Kurzschlußstrom U_B/I_K

Nennspannung: 100 ÷ 250 V
Nenn-Frequenz: 45 ÷ 65 Hz

♦ Zu erwartender Kurzschlußstrom I_K -Standardwert (Z SCHLEIFE)

Berechnung des Kurzschlußstromes I_K:

$$I_K = \frac{230V}{Z} \text{----------} U_{L-PE} = 230V \pm 15\%$$

$$I_K = \frac{U_N}{Z} \text{----------}$$

Meßgenauigkeit bei I_K: Berücksichtigen Sie die Meßgenauigkeit der Z SCHLEIFE
I_K Displaybereich (230 V): 0,11 A ÷ 23 kA
Auflösung I_K :

0,06 ÷ 19,99 A.....0.01 A
20,0 ÷ 199,9 A.....0.1 A
200 ÷ 1999 A.....1 A
2,00 ÷ 19,99 kA...10 A
20,0 ÷ 23,0 kA.....100 A

♦ **Zu erwartender Kurzschlußstrom I_K - Nicht-Standardwerte (Z SCHLEIFE)**

$$I_{K\,MAX\,L\text{-}PE} = \frac{C_{MAX} \cdot U_{N(L-PE)}}{Z_{L-PE}}$$

$$I_{K\,MIN\,L\text{-}PE} = \frac{C_{MIN} \cdot U_{N(L-PE)}}{Z_{(L-PE)HOT}}$$

$$Z_{HOT} = \sqrt{(1.5 \cdot R)^2 + X_L^2}$$

$$i_P = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K\,MAX} \qquad \chi = 1.02 + 0.98 \cdot e^{-\frac{3R}{X_L}}$$

♦ **Phasendrehung:**

(◯ PHASENDREHUNG)

L1, L2, L3 oder L2, L1, L3

Nennspannung: 100 ÷ 440 V
Nenn-Frequenz: 45 ÷ 65 Hz

♦ **Berührungsspannung U_B:**

U_B **(FI SPANNUNG/ZEIT)**

Meßspannung (V)	Displaybereich	Auflösung	Meßbereich
10 ÷ 50 (U_{BLIM}=25V)	0 ÷ 100 V	0.1	+10 % / -0 % (der Anzeige)
10 ÷ 100 (U_{BLIM}=50V)			

U_{Blim}: 25 V oder 50 V einstellbar

Die Angaben der obigen Tabelle gelten unter den nachfolgenden Bedingungen:
- max. Instabilität der Netzspannung während der Messung ±1 %,
- Der Schutzleiter weist keine Störspannungen auf.

Die U_B Messung wird bei einer Stromstärke von 1/2 $I_{\Delta N}$ durchgeführt, welche so berechnet wurde, daß sie an den Differentialstrom $I_{\Delta N}$ (allgemein: ∼ und ∧∧ Formen) oder den doppelten Differentialstrom angepaßt wurde
2 $I_{\Delta N}$ (selektiv: ∼, ∧∧, ▬ Formen oder allgemein: ▬ Form).

Nennspannung: 100 ÷ 250 V
Nenn-Frequenz: 45 ÷ 65 Hz

♦ **Erdwiderstand R_E, Schleifenwiderstand R_L:**

R_E, R_L (FI Funktionen)

$I_{\Delta N}$ (mA)	Meßbereich R_E (Ω)	Auflösung (Ω)	Meßgenauigkeit
10	0 ÷ 1999	1	+10 %, -0 % (der Anzeige) ±20 Ω
30	0 ÷ 1999	1	+10 %, -0 % (der Anzeige) ±7 Ω
100	0 ÷ 999	0.1	+10 %, -0 % (der Anzeige) ±2 Ω
300	0 ÷ 199,9	0.1	+10 %, -0 % (der Anzeige) ±0,7 Ω
	200 ÷ 333	0.1	
500	0 ÷ 199,9	0.1	+10 %, -0 % (der Anzeige) ±0,4 Ω
1000	0 ÷ 100,0	0.1	+10 %, -0 % (der Anzeige) ±0,2 Ω

Meßstrom: 1/3 $I_{\Delta N}$
Nennspannung: 100 ÷ 250 V
Nenn-Frequenz: 45 ÷ 65 Hz

♦ **Messung der Unterbrechungszeit $t_{\Delta N}$ des Standard oder Selektiven FI**

t (FI SPANNUNG/ZEIT)

Meßbereich $t_{\Delta N}$ (ms) (gewöhnlich)	Meßbereich $t_{\Delta N}$ (ms) (selektiv)	Auflösung (ms)	Meßgenauigkeit
0 ÷ 1000 ($1/2I_{\Delta N}$, $I_{\Delta N}$)	0 ÷ 1000 ($1/2I_{\Delta N}$, $I_{\Delta N}$)	1	±(2 % der Anzeige +2 ms)
0 ÷ 200 ($2I_{\Delta N}$)	0 ÷ 200 ($2I_{\Delta N}$)		
0 ÷ 50 ($5I_{\Delta N}$)	0 ÷ 150 ($5I_{\Delta N}$)		

Tabelle der effektiven (r.m.s.) Werte (10ms) bei Differentialströmen:

1/2 $I_{\Delta N}$ (mA)			$I_{\Delta N}$ (mA)			2 $I_{\Delta N}$ (mA)			5 $I_{\Delta N}$ (mA)		
~	⩘	⎓	~	⩘	⎓	~	⩘	⎓	~	⩘	⎓
5	3,5	5	10	20	20	20	28,3	40	250	353,6	100
15	10,5	15	30	42,4	60	60	84,9	120	250	353,6	500
50	35	50	100	141,4	200	200	283	400	500	707,1	/
150	105	150	300	424,3	600	600	849	/	1500	2121	/
250	175	250	500	707,1	/	1000	1414	/	2500	3535	/
500	354	500	1000	1414	/	2000	2828	/	/	/	/

Meßgenauigkeit der Differentialströme: ±5 %
Nennspannung: 100 ÷ 250 V
Nenn-Frequenz: 45 ÷ 65 Hz

♦ **Messung des Unterbrechungsstromes I_Δ**

I_Δ (FI STROM, ∼ oder ⩙ Formen)

Meßbereich I_Δ (mA)	Auflösung (mA)	Meßgenauigkeit
(0.4 ÷ 1.4) $I_{\Delta N}$	0.1 $I_{\Delta N}$	±0.15 $I_{\Delta N}$

I_Δ (FI STROM, ⎓ Form)

Meßbereich I_Δ (mA)	Auflösung (mA)	Meßgenauigkeit
(0.4 ÷ 2.1) $I_{\Delta N}$	0.1 $I_{\Delta N}$	±0.15 $I_{\Delta N}$

♦ **Berührungsspannung U_B bei Unterbrechungsstrom (∼, ⩙ Formen) oder doppeltem Unterbrechungsstrom (⎓ Form)**

U_B (I_Δ) (FI STROM)

Meßbereich (V)	Displaybereich	Auflösung	Meßgenauigkeit
10 ÷ 50 (U_{BLIM} =25V)	0 ÷ 100 V	0.1	+10 % / -0 % (der Anzeige)
10 ÷ 100 (U_{BLIM} =50V)			

U_{Blim}: 25 V oder 50 V justabel
Die oben angegebenen Werte gelten unter folgenden Bedingungen:
- max. Instabilität der Netzspannung während der Messung ±1 %,
- der Schutzleiter darf keine Störspannungen aufweisen.

Nennspannung: 100 ÷ 250 V
Nenn-Frequenz: 45 ÷ 65 Hz

♦ **Unterbrechungszeit t_Δ bei Unterbrechungsstrom**

t(I_Δ) (FI STROM)

Meßbereich (ms)	Auflösung (ms)	Meßgenauigkeit
0 ÷ 500	1	± (2 % der Anzeige + 2 ms)

♦ **Spannungsabfall**

ΔU (SPANNUNGSABFALL)

Meßbereich ΔU (%)	Auflösung (%)	Meßgenauigkeit
0 ÷ 20	0.1	± 1 Stelle

Meßbereich U_1, U_2 (V)	Auflösung U_1, U_2 (V)	Meßgenauigkeit
100 ÷ 440	0.1	± (2 % der Anzeige + 2 Stellen)

Nennspannung: 100 ÷ 440 V
Nenn-Frequenz: 45 ÷ 65 Hz

♦ **Präzisionsmessung der Schleifen- bzw. Netzinnen- Impedanz**

Z, R, X_L* (Z2Ω Im=280A max.**)**

Meßbereich (mΩ)	Auflösung (mΩ)	Meßgenauigkeit
0 ÷ 199.9	0.1	± (2 % der Anzeige + 2 mΩ)
200 ÷ 1999	1	± 2 % der Anzeige

* Zusätzlicher Fehlerwert für X_L: 0,001·(1,5 Ω+R)

Nennspannung: 100 ÷ 440 V
Nenn-Frequenz: 45 ÷ 65 Hz

♦ **Kurzschlußstrom I_K - Standardwert**
(Z2Ω Im=280A max.)

Berechnung des Kurzschlußstromes:

$$I_K = \frac{400V}{Z} \text{ ---------- } 400V \pm 15\%$$

$$I_K = \frac{230V}{Z} \text{ ---------- } 230V \pm 15\%$$

$$I_K = \frac{U_N}{Z} \text{ ----------}$$

Meßgenauigkeit bei I_K : Berücksichtigen Sie die Meßgenauigkeit bei Z2Ω
I_K Meßbereich (400 V): 200 A ÷ 50 kA
I_K Meßbereich (230 V): 115 A ÷ 29 kA
Auflösung I_K :

63 ÷ 1999 A.....1 A
2.00 ÷ 19.99 A.....10 A
20.0 ÷ 50.0 kA.....100 A

♦ **Kurzschlußstromes I_K - Nicht-Standardwerte**
(Z2Ω Im=280A max.**)**

Siehe I_K Nicht-Standardwerte für Z LEITUNG und Z SCHLEIFE Funktionen.

4.2. Allgemeine Technische Daten

STROMVERSORGUNG	4 x 1.5 V Alkali-Batterien IEC LR 20
LEBENSDAUER DER BATTERIE	ungefähr. 300 Betriebsstunden
LCD	Matrix (127 x 34 mm) und (240 x 64 Punkte) mit Hintergrundbeleuchtung
SPEICHER	ungefähr 1000 Speicherpositionen
DATENKOMMUNIKATION	RS 232 (Format: 1 Startbit, 8 Datenbits, 1 Stopbit); Baudrate 4800
GEWICHT (inkl. Batterien)	8.5 kg
ABMESSUNGEN (B x H x L)	450 mm x 350 mm x 130 mm
Überspannungskategorie (Z2Ω) Funktion	III
Überspannungskategorie (andere Funktionen)	II
Verschmutzungsgrad	2
Schutzklasse	Doppelisolierung
Betriebstemperatur	$0 \div 40\ ^{0}C$
Nenntemperaturbereich	$5 \div 35\ ^{0}C$
Lagertemperatur	$-10 \div 60\ ^{0}C$
Max. Spannung zu ERDE	250 V~
Max.angelegte Spannung	440 V~

5. GERÄTEBESCHREIBUNG

5.1. Vorderansicht

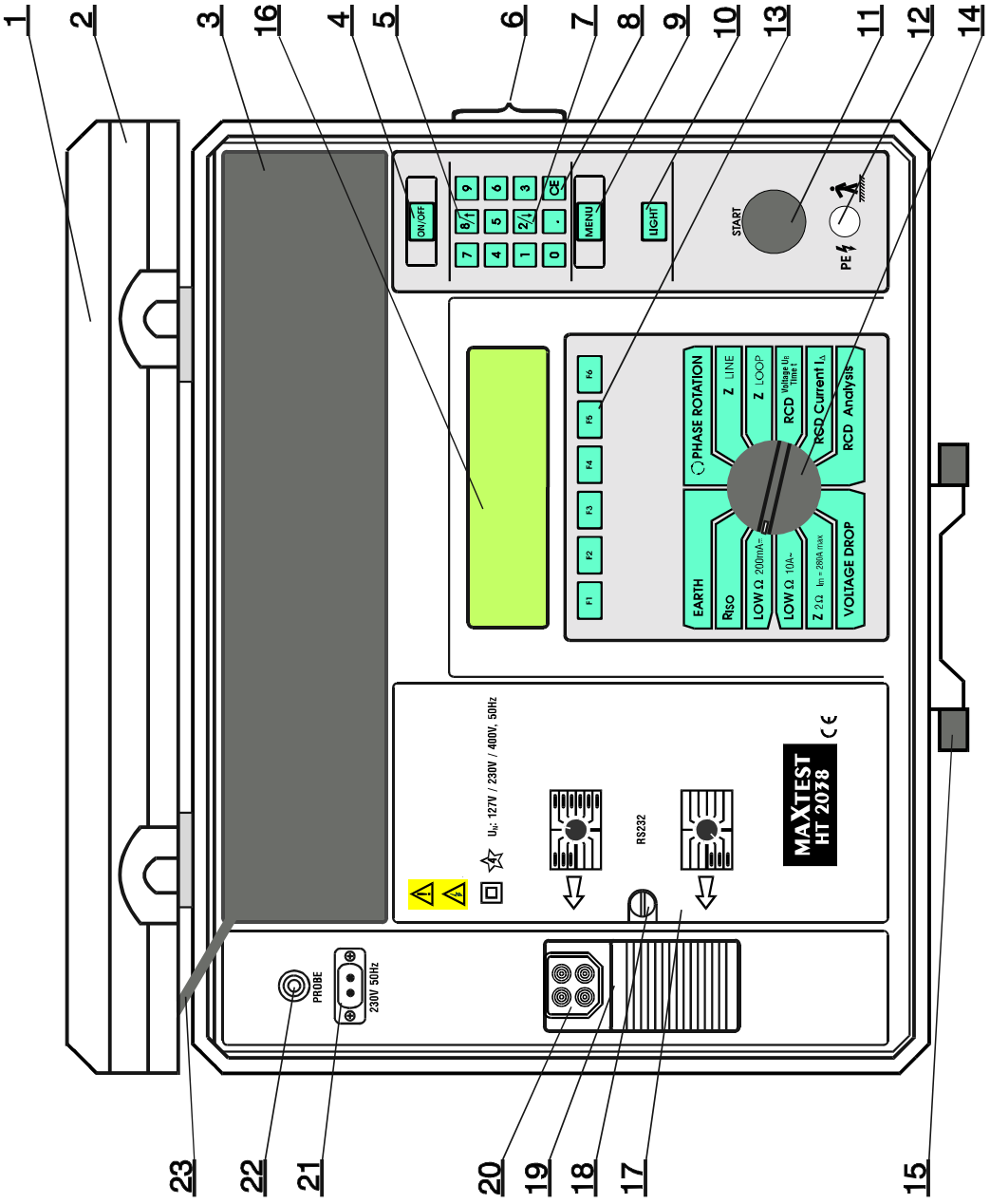


Abb. 4. Vorderansicht

Legende:

1 ..... Anschlußhinweise .

2 ..... Gehäuseabdeckung.

3 Metallkühlkörper (Vorsicht! Kann sich bei Präzisionsmessung des Schleifenwiderstandes stark erhitzen! - Z2Ω Funktion!).

4 ..... **ON/OFF** Taste - automatische Abschaltung 10 Minuten nachdem die letzte Taste gedrückt oder der Funktionsdrehwahlschalter betätigt wurde.

5 ..... **8/↑** Taste als Bestandteil der numerischen Tastatur (8) oder zur stufenlosen Erhöhung der gleichen Parameter (↑).

6 ..... Numerische Tastatur.

7 ..... **2/↓** Taste als Bestandteil der numerischen Tastatur (2) oder fließenden Verringerung der gleichen Parameter (↓).

8 ..... **CE** Taste zur Löschung irrtümlich eingegebener Parameter.

9 ..... **MENU** Taste zur Wahl einer der beiden Funktionstastenbelegungen für F1 bei F6:
- Funktionsbezogene Tastenbelegung
- Speicherfunktionsbezogene Tastenbelegung

10 .... **LIGHT** Taste zum Ein- und Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung des Displays. Es wird empfohlen, die Hintergrundbeleuchtung nur falls unbedingt erforderlich zu verwenden, da sie zu einem höheren Stromverbrauch führt.

11 .... **START** Taste, um die Messung zu beginnen.

12 .... **PE** Testelektrode zur Überprüfung, ob am Schutzleiter möglicherweise Phasenspannung anliegt.

13 .... **F1** bis **F6**. Die Verwendung der jeweiligen Taste wird im Display angezeigt. Die Verwendung ist funktions- und menüabhängig.

14 .... Funktionsdrehwahlschalter.

15 .... Griff.

16 .... Matrix LCD.

17 .... Batterie- und Sicherungsabdeckung.

18 .... Batteriefachschraube.

19 .... Anschlußteil. Lesen Sie bitte die Verwendungshinweise für jeden der drei Anschlüsse auf der Batteriefachabdeckung.

20 .... Netzanschluß 1.

21 .... Netzanschluß für die LOW Ω 10A~ Funktion.

22 **PROBE** Buchse für die Berührungsspannungsmessung des zu erwartenden Kurzschlußstromes oder für die Erdwiderstandsmessung (R_E) (FI Funktion).

23 .... Schnur, die bei geöffnetem Gehäuse die Abdeckung hält. Lösen Sie sie auf der Kühlerseite, wenn die Abdeckung entfernt werden muß.

5.2. Anschlüsse

a) Funktionen:
- LOWΩ 200mA (L, N)
- RISO (L, N)
- ERDE (E, H, S, ES)
- PHASENREHUNG (L1, L2, L3)
- Z LEITUNG (L, N)
- Z SCHLEIFE(L, PE)
- FI Spannung UB/Zeit t (L, N, PE)
- FI Strom I_D (L, N, PE)
- FI Analyse (L, N, PE)

b) Funktionen:
- RS 232 Datenkommunikation
- Drucken

2...TxD
3...RxD
5...GND

c) Funktionen:
- LOWΩ 10A (C1, C2, P1, P2)
- Z2Ω Im=280A max (C1, C2, P1, P2)
- SPANNUNGSABFALL (C1, C2, P1, P2)

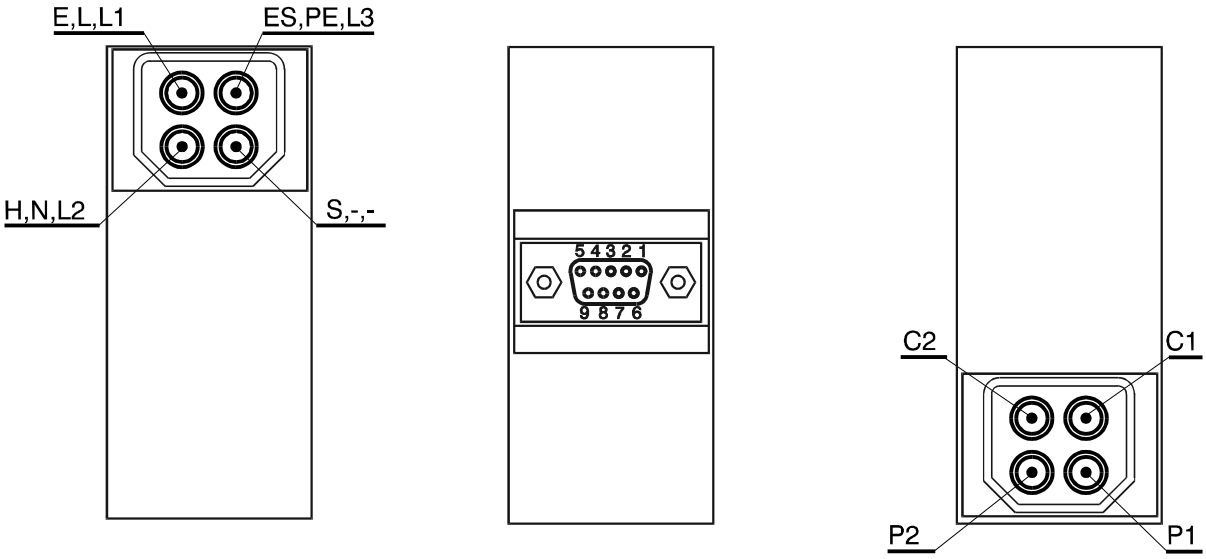
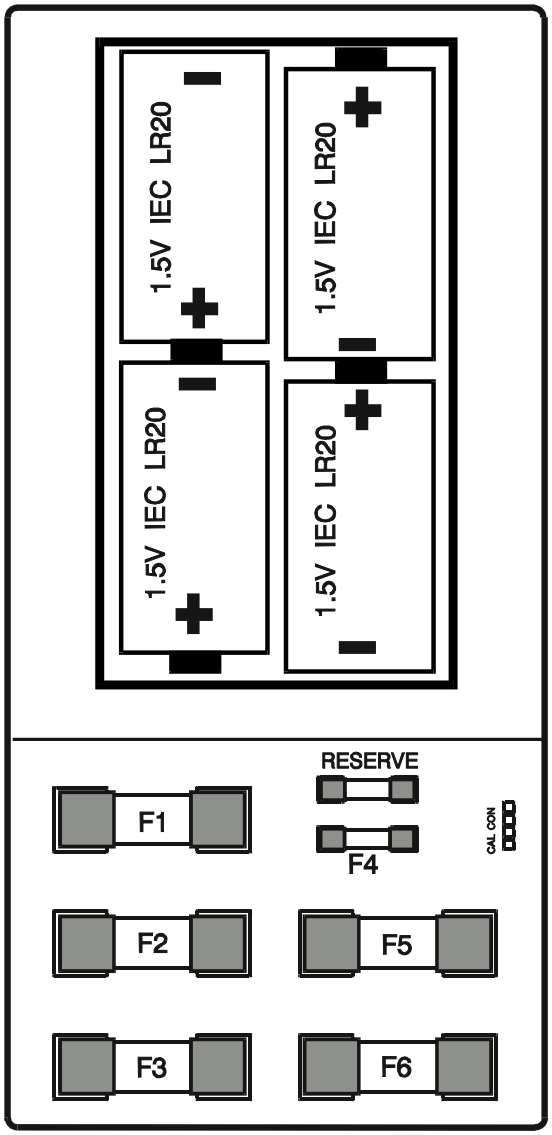


Abb. 5. Anschlüsse

5.3. Austausch der Batterien und Sicherungen

Ziehen Sie alle Kabel (Testkabel, Netzkabel, oder RS232 Kabel) ab, bevor Sie die Batteriefachabdeckung abnehmen!

Vorsicht! Gefährliche Spannungen unter der Batterieabdeckung!



Erscheint die **BAT** Meldung im Display, so bedeutet dies, die Batteriespannung ist unter 4.3 V gesunken und die Batterien sind daher auszutauschen. Tauschen Sie alle vier Batterien aus. Abb. 6 zeigt, wie die Batterien einzulegen sind. Verwenden Sie 1.5V IEC LR20 Batterien. Es empfiehlt sich alle Batterien aus dem Gerät herauszunehmen, wenn dieses längere Zeit nicht benutzt wird.

Treten Fehlfunktionen auf, oder wird ⚠ **FUSE** angezeigt, so sind die unter der Batteriefachabdeckung befindlichen Sicherungen zu überprüfen. Verwenden Sie beim Austausch stets nur die Originalsicherungen (siehe unten):.

PRÜFANSCHLUß 1
- F4 T 0.315 A, 250 V / 5 mm x 20 mm
- RESERVE Ersatzsicherung für F4
- F5 T 4 A, 500 V, 10 KA / 10 mm x 38 mm
- F6 T 4 A, 500 V, 10 KA / 10 mm x 38 mm

PRÜFANSCHLUß 2
- F1 T 25 A, 500 V, 10 KA / 10 mm x 38 mm
- F2 T 4 A, 500 V, 10 KA / 10 mm x 38 mm
- F3 T 4 A, 500 V, 10 KA / 10 mm x 38 mm

Abb. 6. Batteriefach

5.4. Displayaufbau

Es wird im wensentlichen bei allen Meßfunktionen der gleiche Displayaufbau verwendet. Dies erleichtert dem Benutzer die Ablesung der Meßdaten. Nachfolgend finden Sie eine Kurzbeschreibung des Displays.

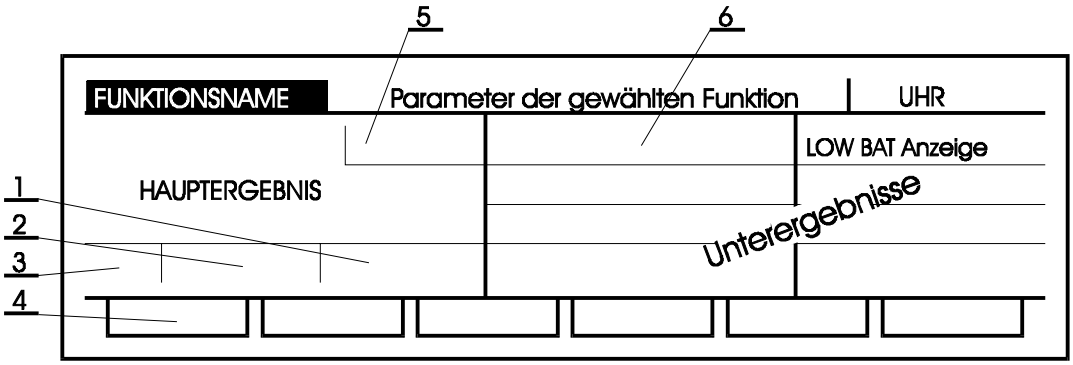


Abb. 6. Displayaufbau

Legende:
1 ..... Meßort-Nummer (P) im Speicherungsmodus.
2 ..... Meßschleifen-Nummer (L) im Speicherungsmodus.
3 ..... Nummer der nächsten freien Speicherposition bei der Speicherung von Meßergebnissen oder
aktuelle Nummer des gewählten Identifikationscodes beim Aufrufen von Meßergebnissen.
4 ..... 6 x Bedeutung der Tasten F1 bis F6.
5 ..... Ausrufungszeichen warnt den Benutzer, falls ein Meßergebnis, Parameter oder eine Meßbedingung nicht innerhalb der zulässigen Grenzwerte liegt.
6 ..... Erklärung des Ausrufungszeichens.

HINWEIS!

- **Der beschriebene Displayaufbau gilt für alle Meßfunktionen mit Ausnahme der FI Analyse. Der dort verwendete Displayaufbau ist Kapitel 6.7.5 zu entnehmen.**

6. BEDIENUNGSANLEITUNG

6.1. PE-Test

Ein unterbrochener PE Leiter oder ein an Phasenspannung angeschlossener PE Anschluß stellt eine erhebliche Gefahrenquelle dar. Daher ist der PE Anschluß vor Durchführung der Messung zu testen.

Wie wird dieser Test durchgeführt?

- Schließen Sie die Prüfleiter entsprechend der untenstehenden Abbildung an -

Verwenden Sie nur TEST CONNECTOR 1!

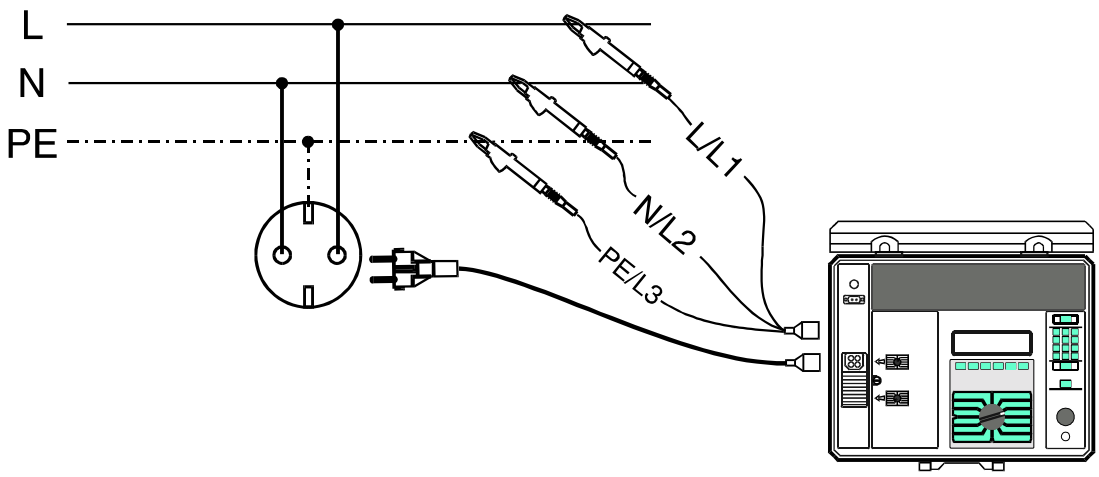


Abb.7. Prüfleiteranschluß

- Berühren Sie die PE ϟ Elektrode auf der Vorderseite des Gerätes.
- Erscheint die Meldung **″PE dangerous voltage is present at PE terminal!″** und ertönt ein zweifacher Signalton, so liegt eine gefährliche Spannung am PE/L3 Meßkabel oder dem PE Anschluß des Schukosteckers an oder PE ist nicht angeschlossen.
- Beseitigen Sie vorsichtig die am PE Anschluß anliegende gefährliche Spannung.

HINWEIS!

- **Der MAXTEST muß für die Prüfung des PE Anschlusses eingeschaltet sein.**
- **Der den PE-Test Durchführende Person muß geerdet sein.**
- **Der PE-Test kann bei folgenden Funktionen nicht verwendet werden: LOWΩ10A, SPANNUNGSABFALL und PHASENDREHUNG!**

6.2. Durchgangstest / Niederohmmesssung bei Schutzleitern mittels Prüfstrom von 200 mA ⎓

Die Messung erfolgt gemäß VDE 0413 Teil 4. Es werden zwei Messungen (zwei Polaritäten) für jedes angezeigte Meßergebnis durchgeführt. Das Meßergebnis errechnet sich als Durchschnittswert der beiden Teilergebnisse. Es empfiehlt sich vor Meßbeginn die beiden Meßspitzen kurzzuschließen, um so festzustellen, ob die Prüfleiter ausreichend kompensiert sind. Falls nicht, so ist eine Kompensation vorzunehmen, um den Widerstand der Prüfleitungen wie auch den geräteinternen Widerstand zu eliminieren.

Gehen Sie dabei wie folgt vor:

- Überkreuzen Sie die Meßspitzen.
- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **LOWΩ 200mA ⎓** Position.
- Drücken Sie die **F1** Taste ⇒ Es wird zuerst der Wert des unkompensierten Meßgerätes angezeigt, gefolgt von .00 , was bedeutet, daß das Gerät ausreichend kompensiert und nun für weitere Messungen bereit ist.

HINWEIS!

- **Die Kompensation ist nur für die LOWΩ 200mA ⎓ Funktion erforderlich.**

Wie wird die Messung durchgeführt?

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **LOWΩ 200mA ⎓** Position.
- Schließen Sie die Prüfleiter an das zu prüfende Objekt an (Siehe Abb. 8).
- Überprüfen Sie den HI Grenzwert(oberer Grenzwert)bzw. stellen Sie Ihn ein. (Siehe das am Ende dieses Abschnittes beschriebene Verfahren).
- Drücken Sie die **START** Taste und halten Sie sie heruntergedrückt, bis sich das Meßergebnis stabilisiert und lesen Sie es dann ab.
- Speichern Sie das Meßergebnis zu Dokumentationszwecken ab (Siehe das unter 6.13 beschriebene Verfahren).

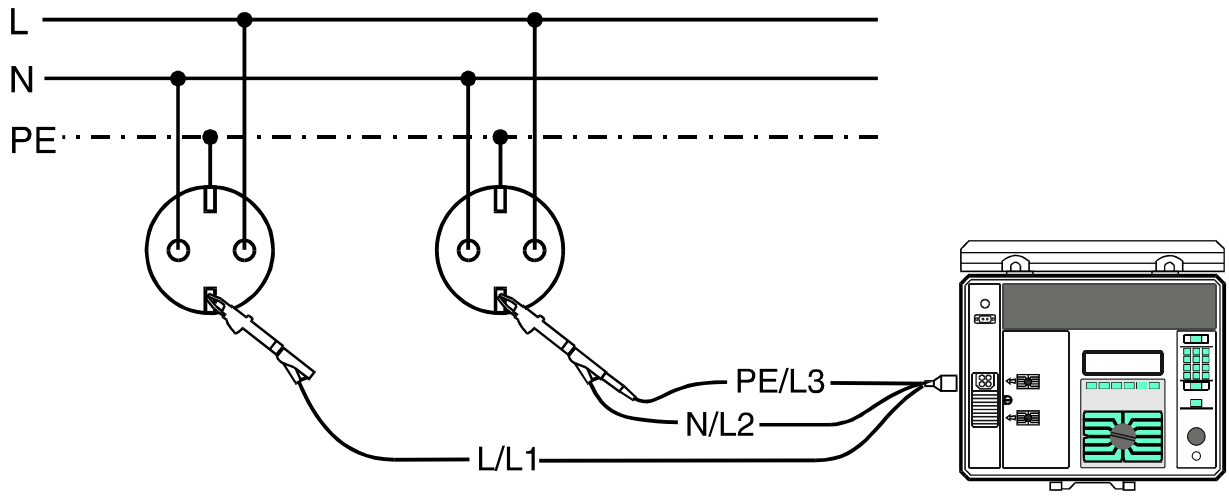


Abb.8. Prüfleiteranschluß

Anzeige des Meßergebnisses:

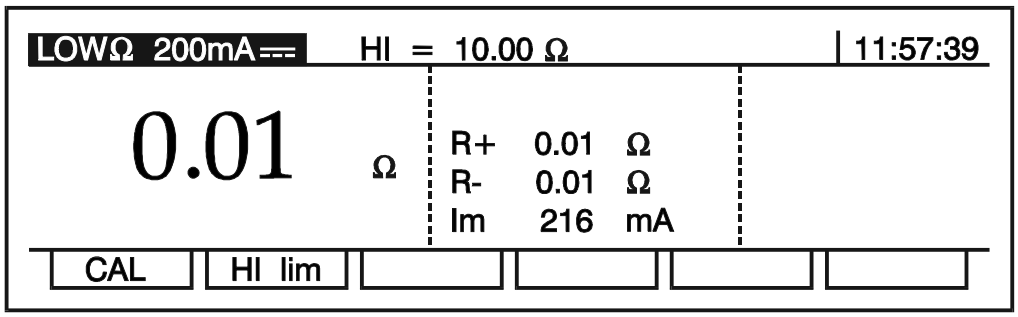


Abb.9 Darstellung des Meßergebnisses der LOWΩ 200mA ⎓ Messung

R+ .....Teilergebnis, wenn an den N Anschluß Prüfspannung mit positiver Polarität angelegt
wird
R- .....Teilergebnis, wenn an den N Anschluß Prüfspannung mit negativer Polarität angelegt
wird
Im.....Prüfstrom

HINWEIS!

- **Liegt an den Meßspitzen eine Meßspannung von mehr als 10V, so kann die Meßfunktion LOWΩ nicht ausgeführt werden. Stattdessen wird nach Betätigung der START Taste das ″⚠″ Symbol angezeigt.**
- **Sollten Fehlfunktionen auftreten, so ist die Sicherung F4 unter der Batteriefachabdeckung zu überprüfen (Siehe Abschnitt 5.3).**

Jedes angezeigte Meßergebnis wird mit dem voreingestellten oberen Grenzwert (HI) verglichen. Ist das Ergebnis höher als der eingestellte Grenzwert, so erscheint die Meldung ″⚠ > X″.
X .....voreingestellter oberer Grenzwert HI

Einstellung des oberen Grenzwertes HI

- Drücken Sie die **F2** Taste; es wird der alte Grenzwert angezeigt.

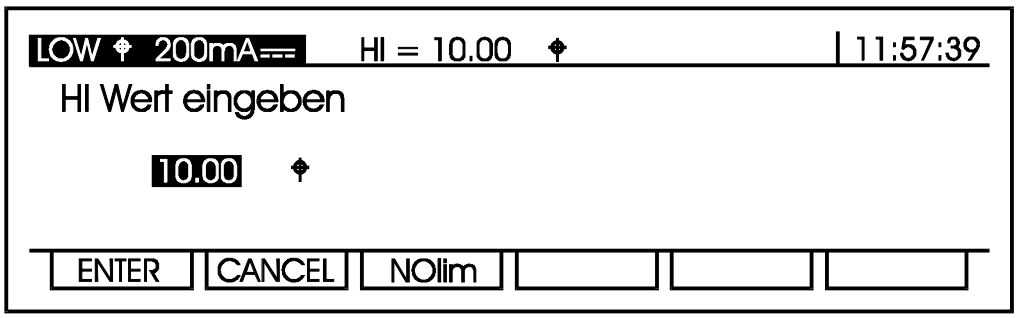


Abb.10. Anzeige bei Eingabe des HI Grenzwertes

- Geben Sie den neuen Wert über die numerische Tastatur ein.
- Drücken Sie **F1**.

- Verwenden Sie die **F2**-**F3** Tasten wie folgt:
    - **F2** Eingabe abbrechen
    - **F3** Kein Grenzwert

6.3. Isolationsmessung mittels Meßspannungen von 250V, 500V, oder 1000V

Die Messung erfolgt gemäß VDE 0413 Teil 1. Vor Beginn der Messung empfiehlt es sich das mögliche Anliegen von Netzspannung am Prüfobjekt zu überprüfen. Eine automatische Entladung des Prüfobjektes erfolgt nach Beendigung der Messung.

WARNUNG!
Ziehen Sie die Meßkabel nicht während der Messung ab; das Prüfobjekt kann bei anliegender paralleler Kapazität unter Spannung stehen $\Rightarrow$ Gefährliche Spannung.

Wie wird die Messung durchgeführt?

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **Riso** Position.
- Schließen Sie die Testleiter an das Prüfobjekt an (siehe Abbildungen 11 bis 15).
- Wählen Sie die entsprechende Prüfspannung mit der **F1** Taste aus.
- Prüfen Sie die oberen und unteren Grenzwerte (LO und HI) und passen Sie sie gegebenenfalls an (Siehe das am Ende dieses Abschnittes beschriebene Verfahren)
- Drücken Sie die **START** Taste und halten Sie sie heruntergedrückt bis sich das Meßergebnis stabilisiert und lesen Sie es dann ab.
- Speichern Sie das Meßergebnis zu Dokumentationszwecken (Siehe Abschnitt 6.13).

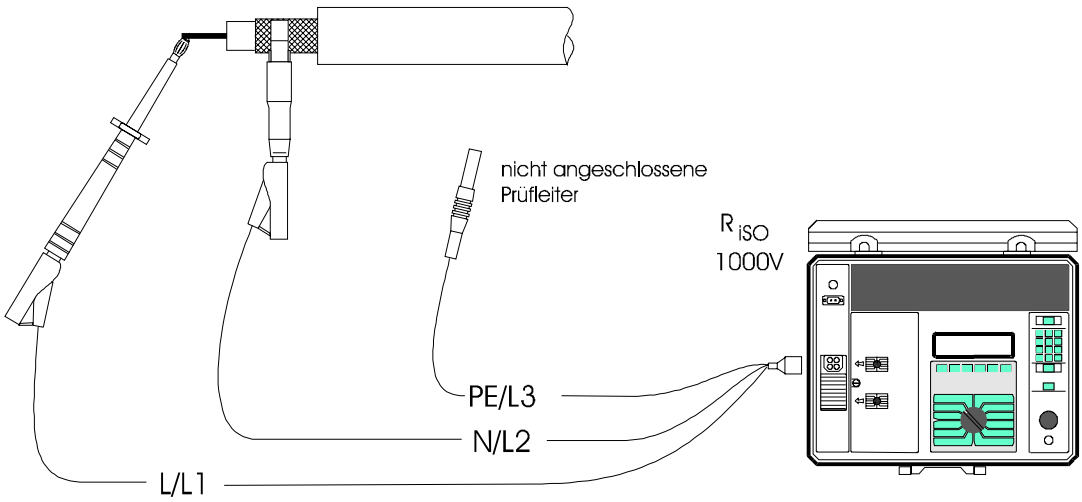


Abb.11. Isolation des Erdkabels

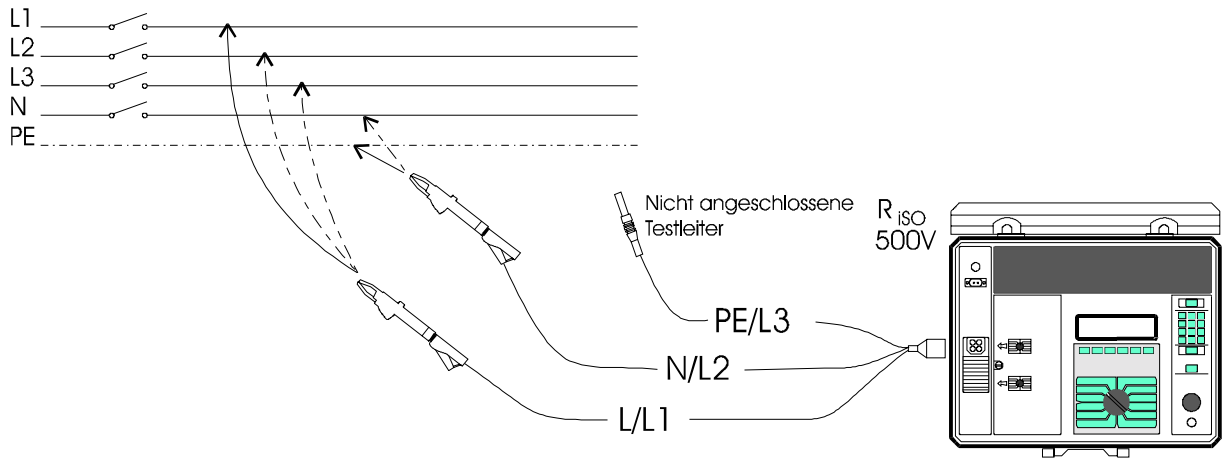


Abb.12. Isolation der Installation

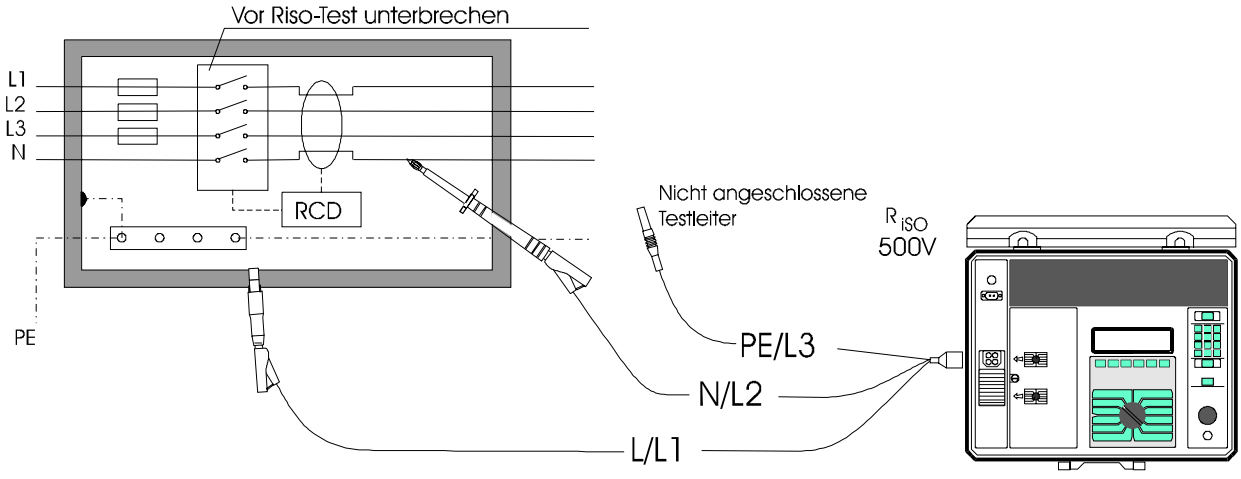


Abb.13. Isolation des Installationsrahmens

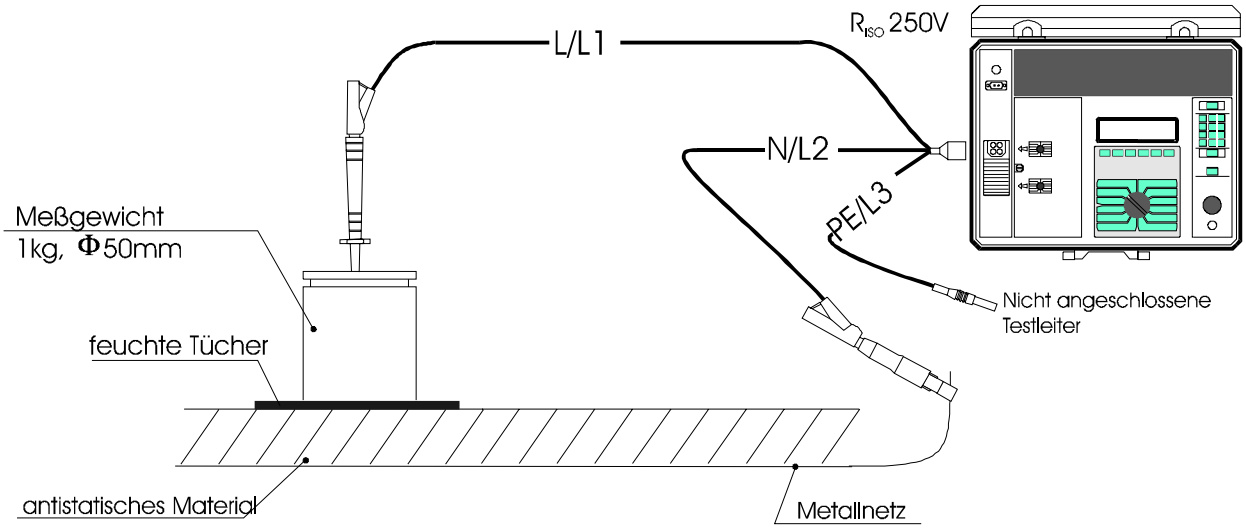


Abb.14. Erd-Leckstromwiderstand

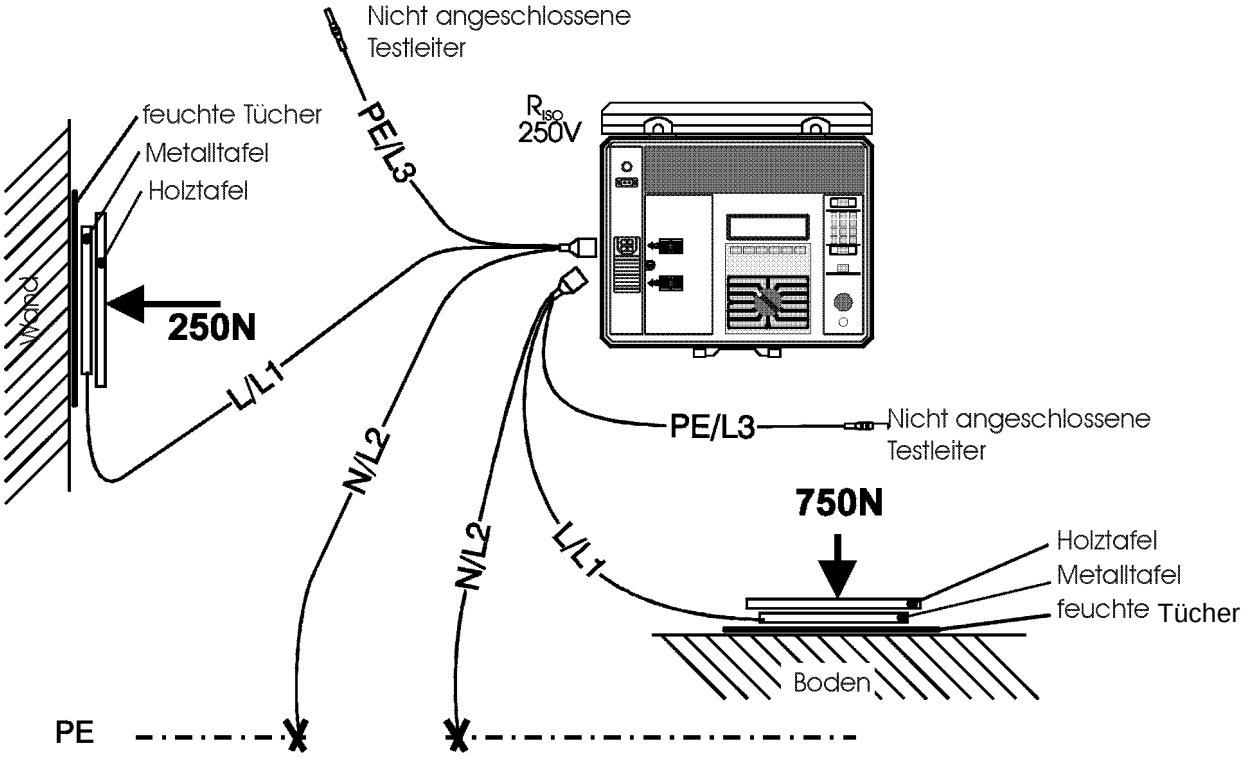


Abb.15. Isolationung des Meßortes

Anzeige der Meßergebnisse:

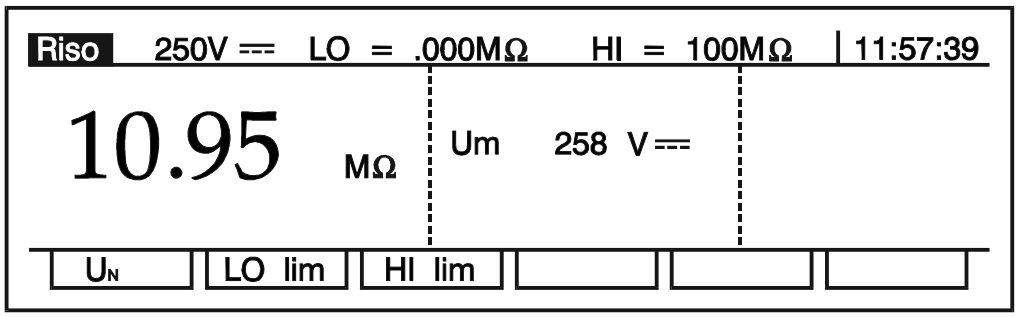


Abb.16. Darstellung des Riso-Meßergebnisses

Um .....Prüfspannung

HINWEIS!

- **Übersteigt die an den Meßspitzen anliegende Spannung 30V, so kann die ISOLATIONS Messung nicht ausgeführt werden und es erscheint nach Betätigung der START Taste das ″⚠″ Symbol.**

Jedes Meßergebnis wird mit dem voreingestellten oberen und unteren Grenzwert verglichen (HI und LO). Sollte das Meßergebnis außerhalb dieser Toleranz liegen, so erscheint die Meldung ″⚠ > **X**″ oder ″⚠ < **Y**″.
X .....voreingestellter oberer Grenzwert (HI)
Y .....voreingestellter unterer Grenzwert (LO)

Wie werden der obere und untere Grenzwert eingestellt (HI bzw. LO)?

- Drücken Sie die **F2** oder **F3** Taste; es wird der derzeitig verwendete Grenzwert angezeigt.

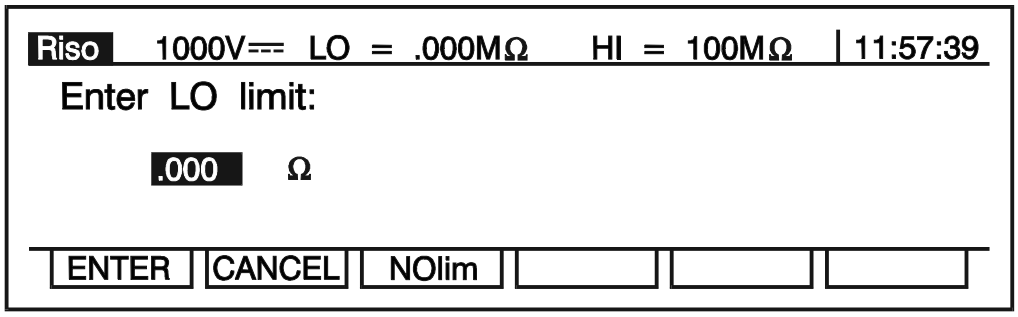


Abb.17. Darstellung des oberen und unteren Grenzwertes (HI oder LO)

- Geben Sie den neuen Grenzwert über die numerische Tastatur ein.
- Drücken Sie die **F1** Taste.
- Verwenden Sie die **F2** und **F3** Taste wie folgt:
  - **F2** um die Eingabe rückgängig zu machen
  - **F3** um keinen Grenzwert einzugeben

6.4. Erdwiderstandsmessung

Die Messung erfolgt mittels des geräteeigenen Generators und gemäß VDE 0413 Teil 7.
Die Meßspannung des internen Generators ist eine Sinuswelle; der Meßstrom liegt unter 10mA. Entsprechend dem Meßsystem mit vier Anschlüssen können verschiedene Anschlüsse an dem Prüfstromkreis vorgenommen werden. Ferner kann auch der bodenspezifische Widerstand gemessen werden. Im nachfolgenden werden die für die Messung des Erdwiderstandes gebräuchlichsten Anschlußvarianten dargestellt.

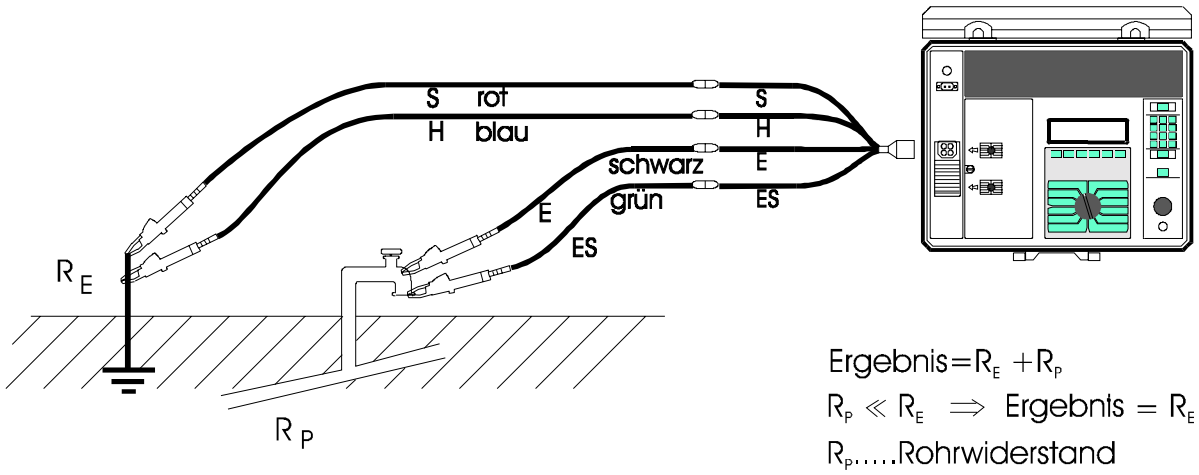


Abb.18. Zwei-Punkt-Messung des Erdwiderstandes

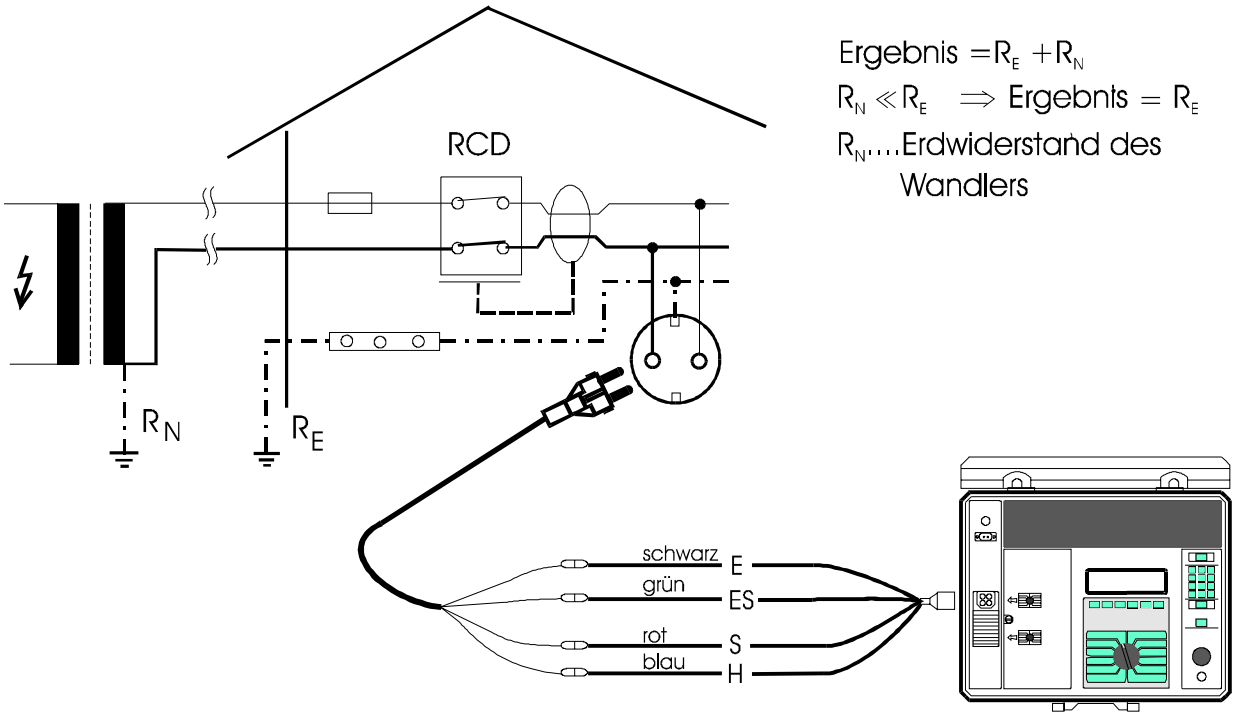


Abb.19. Zwei-Punkt-Messung des Erdwiderstandes zwischen N und PE der Steckdose

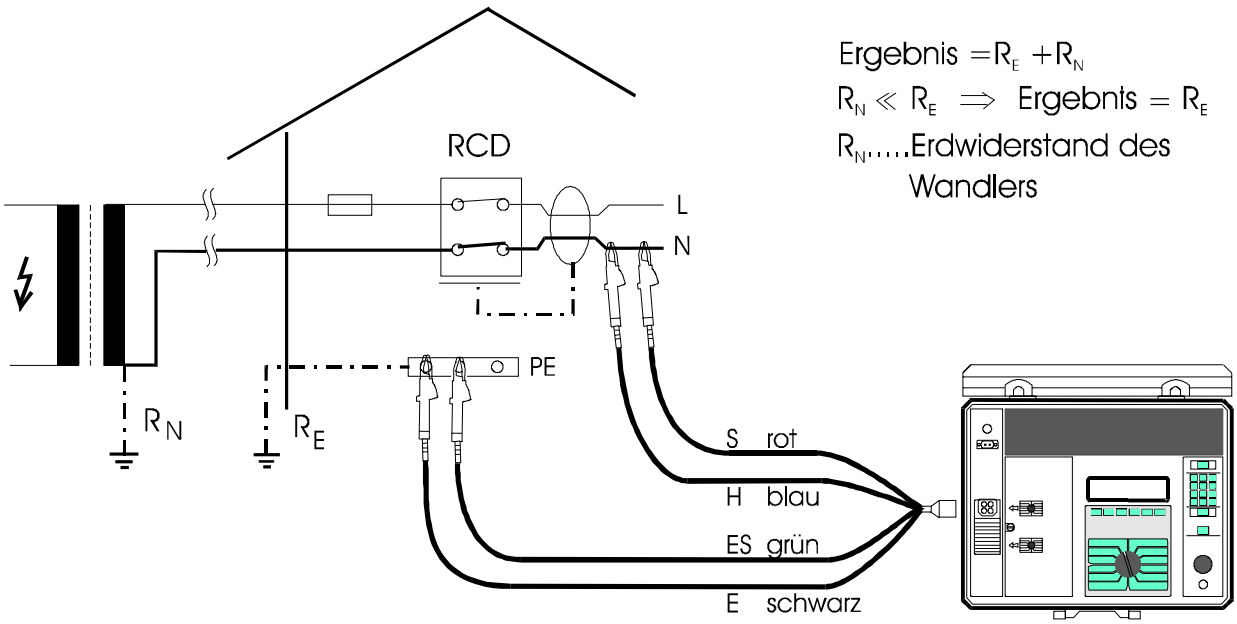


Abb. 20. Zwei-Punkt-Messung des Erdwiderstandes zwischen N und PE Anschlüssen

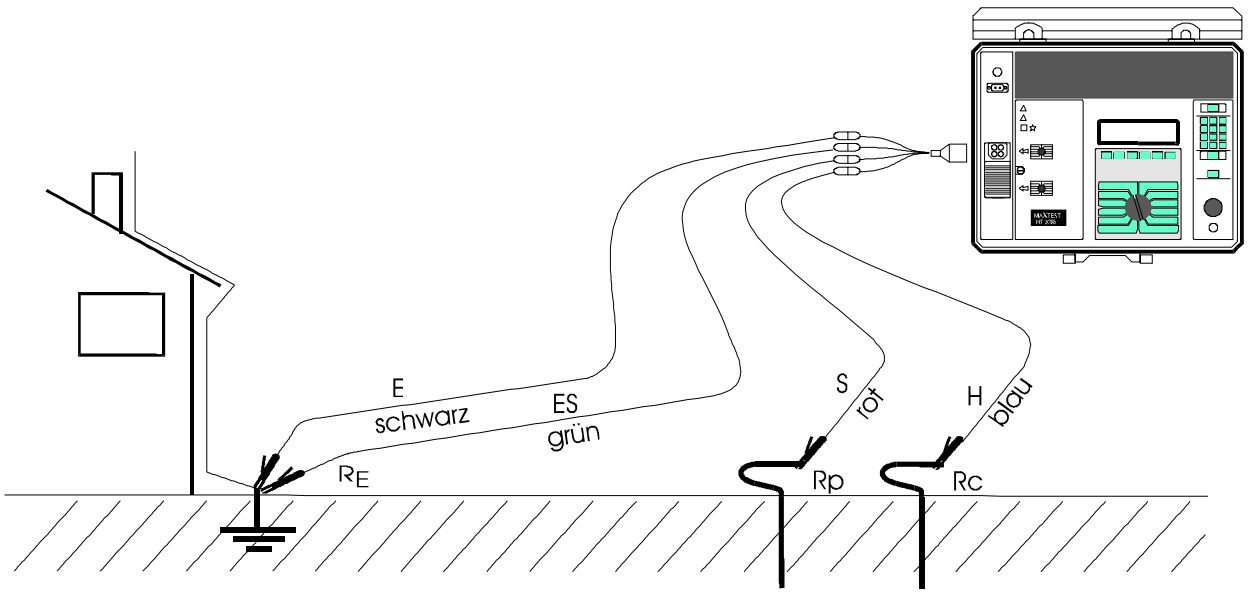


Abb.21. Drei-Punkt-Messung des Erdwiderstandes

Durchführung einer Erdwiderstandsmessung:

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **EARTH** Position.
- Bauen Sie eine der zuvor gezeigten Meßanordnungen auf.
- Wählen Sie die EARTH R Funktion über die **F1** Taste aus.
- Wählen Sie die 2 oder 3 Punkt-Messung mit der **F2** Taste aus. Sie dient nur zu Dokumentationszwecken.
- Prüfen Sie den oberen Grenzwert (HI) und passen Sie ihn gegebenenfalls an (Siehe Beschreibung am Ende dieses Abschnittes).
- Drücken Sie die **START** Taste und halten Sie sie heruntergedrückt bis sich das Meßergebnis stabilisiert und lesen Sie dieses dann ab.
- Speichern Sie das Meßergebnis zu Dokumentationszwecken (Siehe Abschnitt 6.13).

Darstellung der Meßergebnisse:

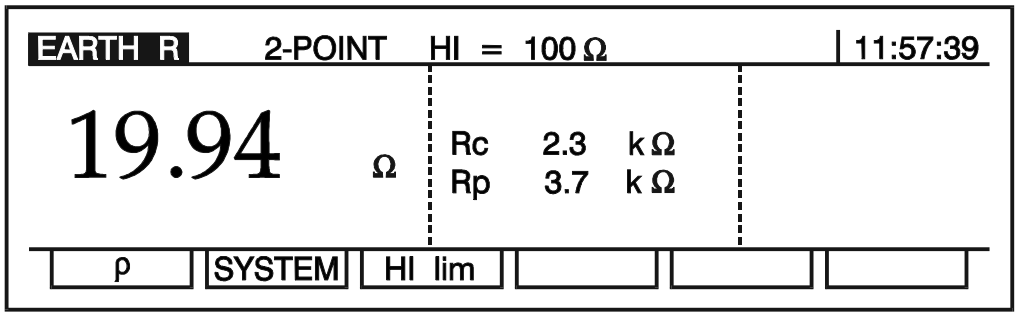


Abb 22. Darstellung der Meßergebnisse bei der Erdwiderstandsmessung (EARTH R)

Rc.....derzeitiger Spitzenwiderstand (siehe Technische Daten)
Rp.....potentieller Spitzenwiderstand (siehe Technische Daten)

HINWEIS!

- **Liegt an E und H eine Spannung von mehr als 30V an, so kann die EARTH R Funktion nicht ausgeführt werden und es erscheint nach Betätigung der START Taste das ″⚠″ Symbol.**

Jedes angezeigte Meßergebnis wird mit dem voreingestellten oberen Grenzwert verglichen (HI); übersteigt das Meßergebnis diesen Grenzwert, so erscheint die Meldung ″⚠ > X″ auf der Anzeige.
X .....voreingestellter oberer Grenzwert (HI)

Wie wird der obere Grenzwert (HI) eingestellt?

- Drücken Sie die **F3** Taste; es wird der derzeitige Grenzwert angezeigt.

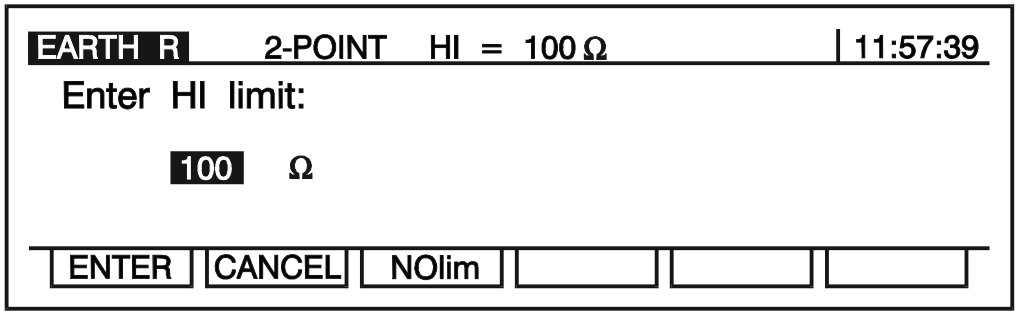


Abb.23. Eingabe des oberen Grenzwertes (HI)

- Geben Sie den neuen Grenzwert über die numerische Tastatur ein.
- Drücken Sie die **F1** Taste.
- Verwenden Sie die **F2** und **F3** Tasten wie folgt:
  - **F2** um die Eingabe rückgängig zu machen
  - **F3** um keinen Grenzwert einzugeben

6. 5. Spezifischer Erdwiderstand

Um ein Schutzerdesystem aufzubauen muß zuvor der bodenspezifische Erdwiderstand ermittelt werden. Dieser wesentliche Parameter hilft bei der Bestimmung der mechanischen Auslegung des Erdungssystems wie auch bei der Bestimmung der Installationstiefe. Daher ist der bodenspezifische Widerstand unter Berücksichtigung der verschiedenen Installationstiefen zu ermitteln.. Je größer der Abstand *a* ist, in desto tiefere Erdschichten muß vorgedrungen werden.

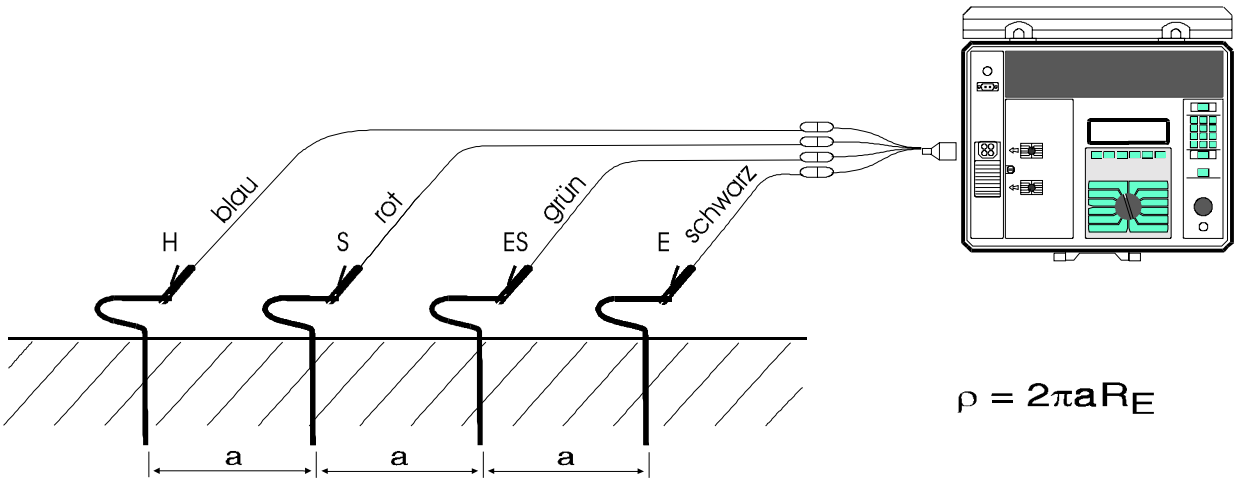


Abb.24. Messung des bodenspezifischen Widerstandes

Durchführung der bodenspezifischen Widerstandsmessung:

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **EARTH** Position.
- Schließen Sie die Meßleiter wie oben gezeigt an.
- Wählen Sie die EARTH r Funktion über die **F1** taste aus.
- Geben Sie den Abstand zwischen den beiden Prüfspießen (**″**a**″)** über die **F2** Taste ein. Es können Werte zwischen 1 und 30m eingegeben werden.
- Drücken Sie die **START** Taste und halten Sie sie heruntergedrückt bis sich das Meßergebnis stabilisiert hat und lesen Sie es dann ab.
- Speichern Sie das Meßergebnis zu Dokumentationszwecken (siehe Abschnitt 6.13).

Darstellung des Meßergebnisses:

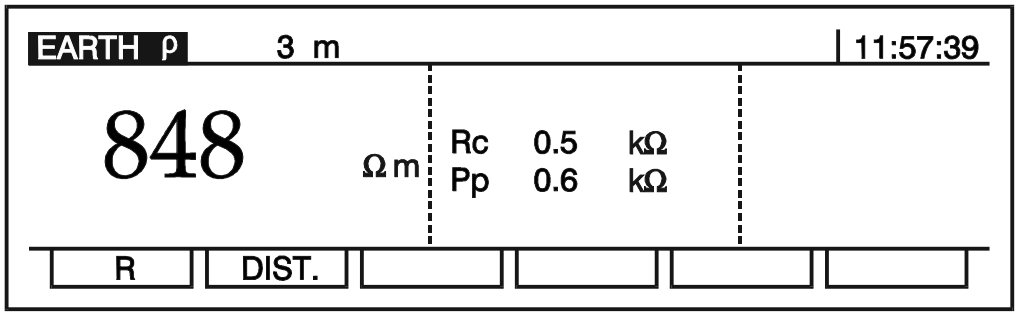


Abb.25. Darstellung des Meßergebnisses bei der EARTH r Funktion

3m .....Abstand ″a″ zwischen zwei Prüfspießen
Rc.....derzeitiger Spitzenwiderstand (siehe Technische Daten)
Rp.....potentieller Spitzenwiderstand (siehe Technische Daten)

HINWEIS!

- **Übersteigt die an E und H anliegende Spannung 30V, so kann die EARTH r Funktion nicht ausgeführt werden und es erscheint stattdessen nach Betätigung der START Taste das ″⚠″ Symbol auf der Anzeige.**

6. 6. Phasenfolge

Die Messung wird gemäß der VDE-Norm 0413 Teil 9 durchgeführt. Um festzustellen, ob es sich um eine rechts- oder linksgängige Phasenfolge handelt, ist wie im Folgenden gezeigt vorzugehen.

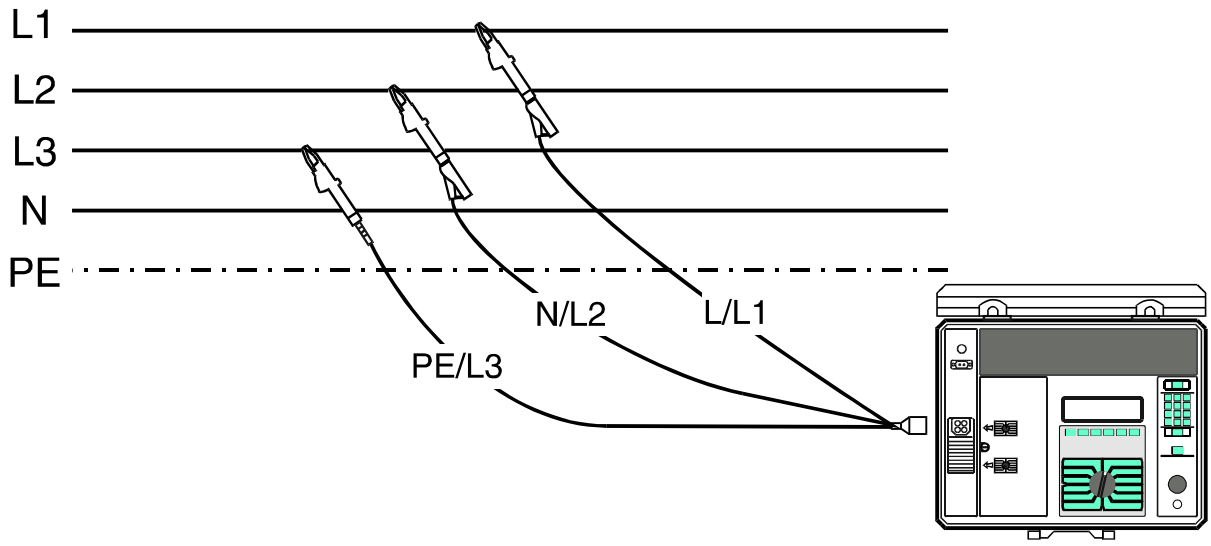


Abb.26. Drei-Phasen-Folgemessung

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die ◯ **PHASE ROTATION** Position und lesen Sie das Meßergebnis ab, ohne daß Sie die **START** Taste drücken.
- Speichern Sie das Meßergebnis zu Dokumentationszwecken (siehe Abschnitt 6.13).

1.2.3	Phasen enstsprechen Meßkabelmarkierungen
2.1.3	Phasen nicht entsprechen Meßkabelmarkierungen
0.0.0	Phasen entsprechen nicht dem 3-Phasen-Meßsystem oder eine/zwei Phasen erfüllen diese Anforderungen nicht

Darstellung der Meßergebnisse:

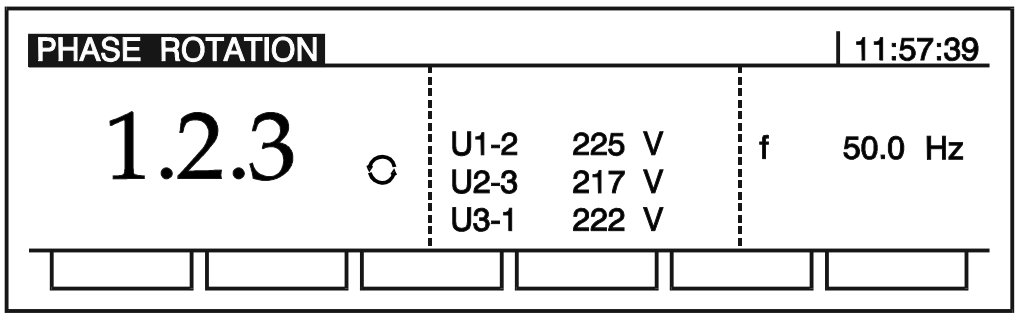


Abb.27. Darstellung der Meßergebnisse bei der PHASE ROTATION Messung

U1-2 .....Netzspannung zwischen Phase 1 und 2
U2-3 .....Netzspannung zwischen Phase 2 und 3

U3-1 .....Netzspannung zwischen Phase 3 und 1

6. 7. Netz- und Schleifenimpedanz mit Kurzschlußstromermittlung.

Die Messung erfolgt unter Einhaltung der Norm VDE 0413 Teil 3
Warum wird die Netz- und Schleifenimpedanz mit Kurzschlußstromermittlung getestet?

- um eine ausreichende Absicherung nachzuweisen (Nennstrom und Abschaltstromleistung)
- um ein Schutzsystem auslegen zu können
- um die Leistung zweier Stromquellen zu überprüfen
- um Kontaktprobleme zu entfernen (bei der Messung werden hohe Stromstärkenimpulse verwendet)

Warum wird die Impedanz anstelle des Widerstandes geprüft?

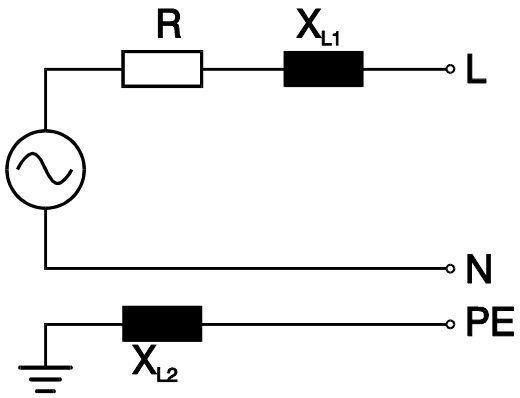


Abb.28. Installation

Erfolgt die Messung in der Nähe des Netztransformators oder entsteht Induktivität in Reihe mit dem Netztransformator, so hat die Induktionskomponente der Impedanz bereits einen wesentlichen Einfluß auf den Kurzschlußstrom. Daher ist die Impedanz der für die Berechnung des Kurzschlußstromes ausschlaggebende Parameter.
Der Kurzschlußstrom berechnet sich dann auf die Nennspannung des Netzes oder auf einen manuell eingegebenen Spannungswert.

Wie wird die Messung durchgeführt?

- DrehenSie den Funktionswahlschalter in die $\mathbf{Z_{LINE}}$ (L-N, L-L) oder $\mathbf{Z_{LOOP}}$ (L-PE) Position
- Schließen Sie die Prüfleiter wie folgt an:

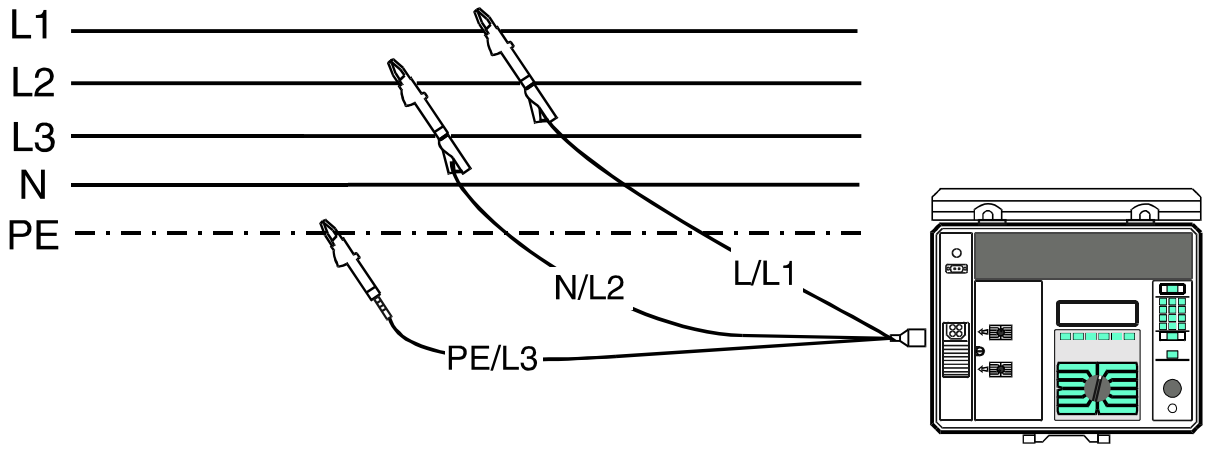


Abb.29.Prüfleiteranschluß

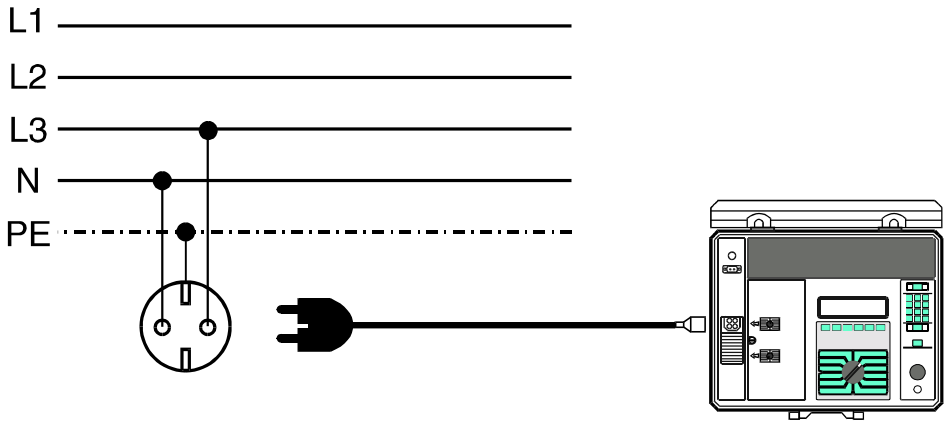


Abb.30. Prüfkabelanschluß

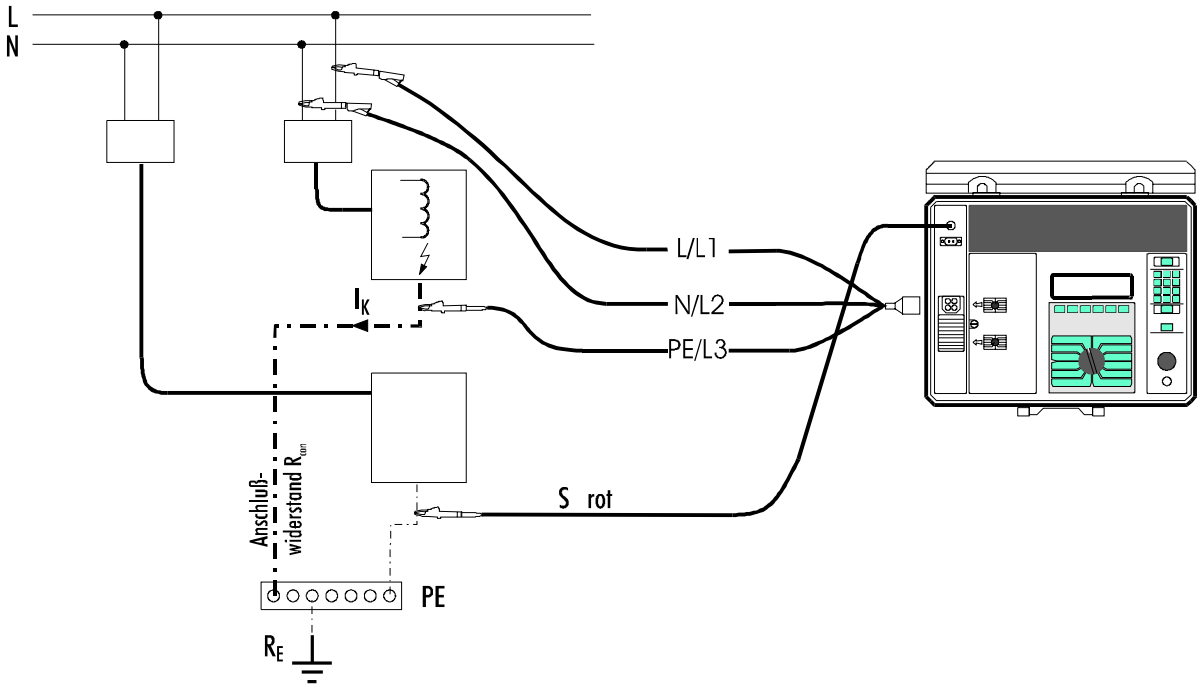


Abb.31.Berührungsspannung bei Kurzschlußstromanschluß

- Wählen Sie den entsprechenden Anschluß L-N oder L-L über die **F1 T**aste (nur bei der Z_{LINE} Funktion).
- Wählen Sie die entsprechende Polarität des Prüfimpulses über die **F1** Taste um ein Auslösen des FI falls nur auf eine Polarität ansprechend zu verhindern. (nur bei der Z_{LOOP} Funktion).
- Drücken Sie die **START** Taste und lesen Sie das Meßergebnis ab.
- Speichern Sie das Meßergebnis zu Dokumentationszwecken (siehe Abschnitt 6.13).

Darstellung des Meßergebnisses:

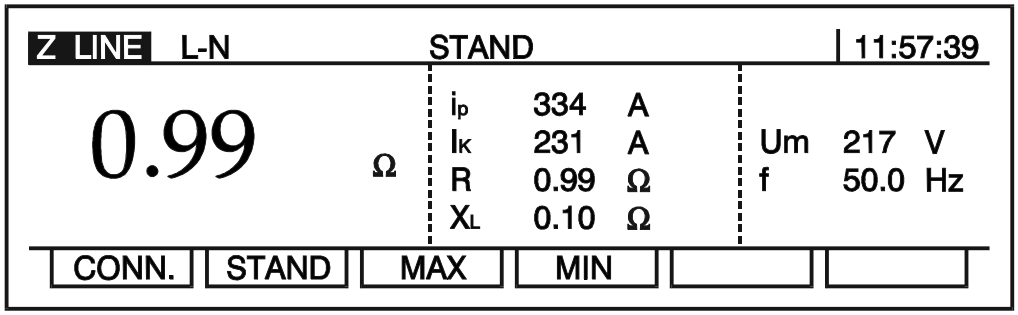


Abb.32 Darstellung des Meßergebnisses der Z LINE Messung

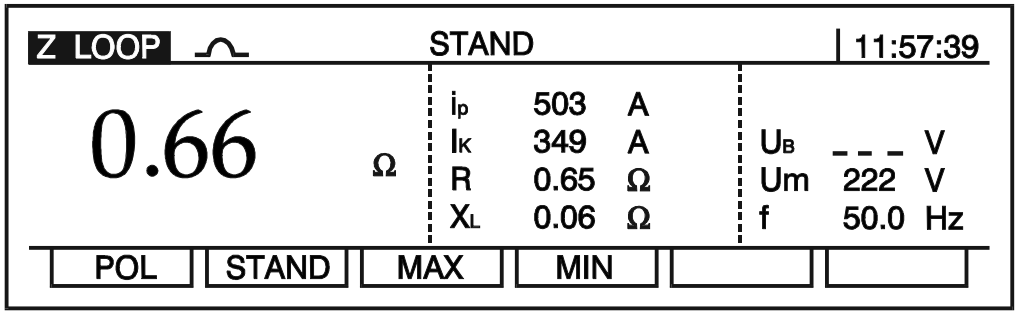


Abb.33. Darstellung des Meßergebnisses der Z LOOP Messung

I_K .....Zu erwartender Kurzschlußstrom (Standard, Maximal oder Minimal)
i_p.....Spitzenwert des zu erwartenden Kurzschlußstromes (nur angezeigt, wenn ”maximal .....zu erwartender Kurzschlußstrom” gewählt wurde)
R.....Widerstandskomponente der angezeigten Impedanz
X_L.....Induktionskomponente der angezeigten Impedanz
U_B* Berührungsspannung bei maximal zu erwartendem Kurzschlußstrom - nur angezeigt, falls der PROBE Anschluß entsprechend Abb. 31 (Z LOOP Funktion) vorgenommen wurde.
Um .....Netzspannung
f.....Frequenz der Netzspannung
* Die Messung von U_B wird automatisch durchgeführt und auf den angezeigten Kurzschlußstrom berechnet, vorausgesetzt das Prüfkabel ist ordnungsgemäß an den PROBE Anschluß angeschlossen.

WählenSie den entsprechenden Kurzschlußstrom über die Funktionstasten F2 bis F6 aus. Die Berechnungsarten aller I_K Typen sind in Kapitel 4.1 (Funktionen) beschrieben. Die Abkürzungen im Display bedeuten das Folgende:

STAND..... Zu erwartender Standardkurzschlußstrom
MAX..... Maximal zu erwartender 1-Phasen-Kurzschlußstrom
MIN..... Minimal zu erwartender 1-Phasen-Kurzschlußstrom
MAX-3ph..... Maximal zu erwartender 3-Phasen-Kurzschlußstrom
MAX-2ph..... Maximal zu erwartender 2-Phasen-Kurzschlußstrom
MIN-3ph ..... Minimal zu erwartender 3-Phasen-Kurzschlußstrom
MIN-2ph ..... Minimal zu erwartender 2-Phasen-Kurzschlußstrom

HINWEIS!

- **Falls das FI während der Z_{L-PE} Messung auslöst, erscheint die Meldung RCD FAULT**

6. 8. FI Prüfung und Analyse

6.8.1. Theoretische Grundlagen des FI Betriebs

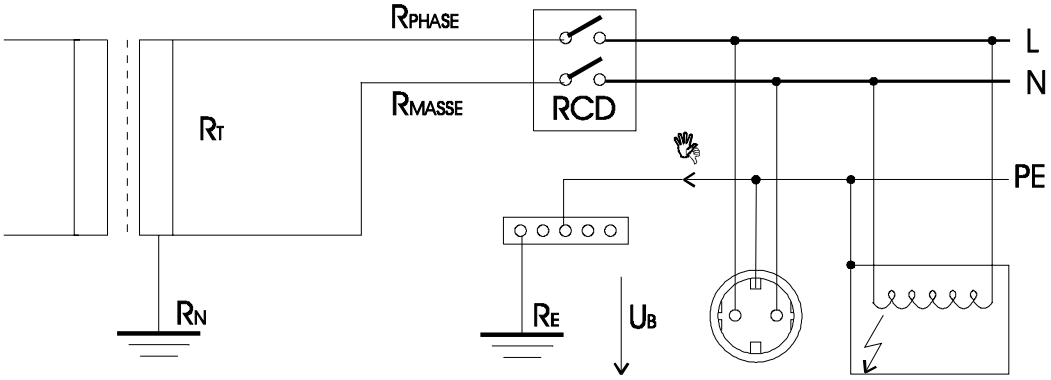


Abb. 34. TT System Anschluß

R_N.....Erdungswiderstand des Wandlers
R_T.....Widerstand der Sekundärwicklung

Tritt ein Teil des Phasenstromes aufgrund schlechter Isolierung in das Gehäuse eines Gerätes und damit an die Erdung aus, kann über den Erdungswiderstand R_E eine gefährliche Berührungsspannung U_B auftreten.
Da die Formen des Leckstromes vielfältig sind, z.B. wechselnd, pulsierend (mit halbwellen- und vollwellenrektifizierter Spannung), gleichgerichtet (mit 3-phasenrektifizierter Spannung) etc., bietet der MAXTEST die Möglichkeit die verschiedenen Stromformen sowie auch eine negative oder positive Polarität des Startfehlerstromes zu messen.

6.8.2. Messung der Berührungsspannung U_B

Um den Sicherheitsvorschriften zu entsprechend, sind Berührungsspannungsmessungen (U_B) als eigenständige Messungen oder als Hilfsfunktionen vor der Messung der Auslösezeit oder des Auslösestromes vorzunehmen. Es sind zwei U_B Werte als Sicherheitsgrenzwerte zulässig:

- 50 V ... bei allgemeiner Betriebsumgebung
- 25 V ... in Krankenhäusern, etc.

Deshalb werden die Meßergebnisse der U_B Messung stets auf den zuvor eingerichteten Referenzwert bezogen (25 oder 50 V).
Die Messungen erfolgen entsprechend den VDE 0413 Teil 6 Vorschriften. Das FI Gerät löst während dieses Tests nicht aus, da bei der Messung nur 1/3 des Nennfehlerstromes verwendet wird, wobei das angezeigte Ergebnis auf den Nennfehlerstrom (Standard FI Typen), oder den doppelten Nennwert (selektive FI Typen) berechnet wird. Der angezeigte Wert wird gegen die Wandlererde gemessen, wenn der Anschluß „PROBE“ nicht verwendet wird oder gegen den Anschluß „PROBE“, falls dieser nicht wie in Abbildung 35 gezeigt angeschlossen wurde.

Wie ist die Messung durchzuführen?

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **FI (RCD) Voltage U_B/Time t** Position.
- Schließen Sie die Prüfkabel wie unten gezeigt an. Wurde der PROBE Anschluß mittels eines Erdungsspießes an die Erde des Gerätes angeschlossen, so wird U_B gegen diese Spitze gemessen und eine höhere Meßgenauigkeit erzielt. Ist dies nicht der Fall, so erfolgt die Messung mittels des Phasenanschlusses gegen die Wandlererde.

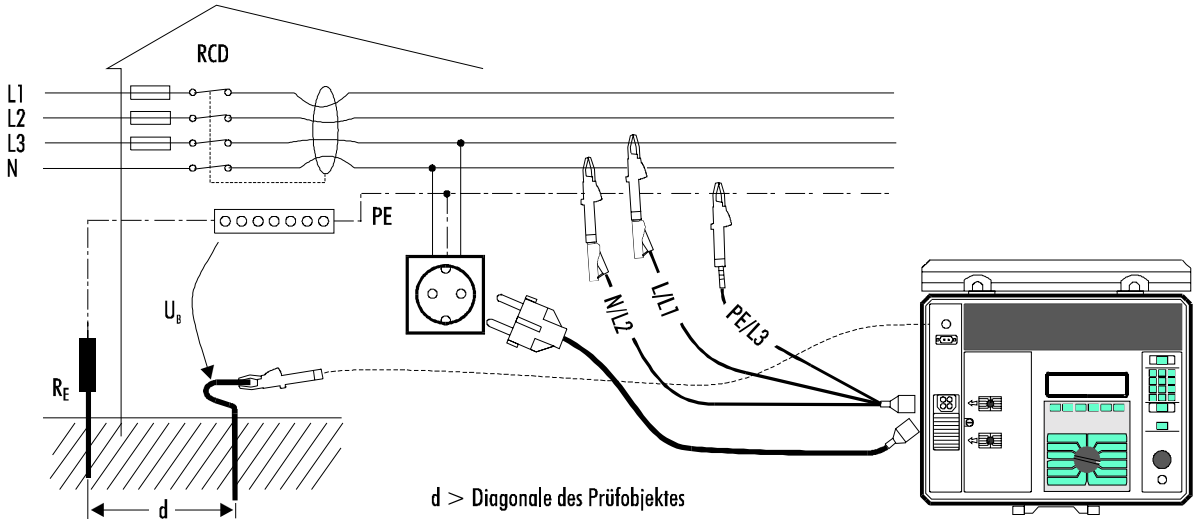


Abb.35. Testleiteranschluß

- Wählen Sie die FI U_B Funktion über die **F1** Taste.
- Wählen Sie die entsprechende Nennfehlerstromstärke über die **F2** Taste.
- Wählen Sie über die **F3** Taste den FI Typ (standard oder selective).
- Wählen Sie den Wert für $U_{B\,lim}$ über die **F4** Taste.
- Drücken Sie die **START** Taste und lesen Sie das Meßergebnis ab.
- Speichern Sie das Meßergebnis zu Dokumentationszwecken ab (siehe Abschnitt 6.13).

Darstellung der Meßergebnisse:

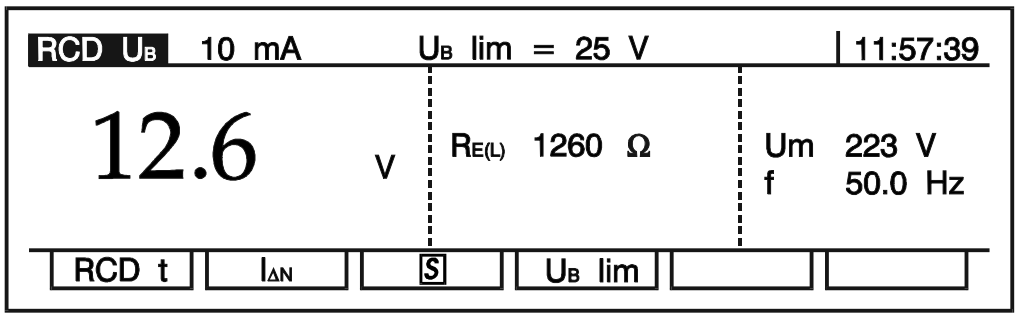


Abb.36. Darstellung der Ergebnisse der FI U_B Messung

R_E .....Erdwiderstand (PROBE Anschluß verwendet)

R_E (TT System) = R_E

R_L (TN System) = $R_{NEUTRAL}$

R_L .....Schleifenwiderstand (PROBE Anschluß nicht verwendet)

R_L (TT System) = $R_N + R_T + R_{PHASE} + R_E$

$R_N + R_T + R_{PHASE} << R_E \Rightarrow R_L \cong R_E$

R_L (TN System) = $R_T + R_{PHASE} + R_{NEUTRAL}$

R_N..... Erdwiderstand des Wandlers

R_T..... Widerstand der Sekundärwicklung

R_{PHASE} ... Widerstand des Phasenleiters

R_E..... Erdwiderstand des Prüfobjektes

Um .....Netzspannung

f.....Frequenz der Netzspannung

HINWEIS!

- **Die eingerichteten Parameter werden gespeichert und stehen auch für andere FI Meßfunktionen zur Verfügung.**
- **Falls die Netzspannungen L-N und L-PE nicht innerhalb der erforderlichen Toleranzen liegen (100 ÷ 250V) oder die Netzfrequenz außerhalb des 45 ÷ 65Hz Bereiches liegt, so erscheint das ″⚠″ Symbol auf dem Display.**
- **Wurde der PE Anschluß nicht angeschlossen, wird nach Betätigung der START Taste ”PE” nicht angezeigt.**

6.8.3. Messung der Auslösezeit t_A

Die Messung ist bei halbem Nennstrom, Nennstrom, doppeltem Nennstrom und fünffachem Nennstrom durchführbar. Die Auslösezeiten müssen der untenstehenden Tabelle entsprechen, um die IEC 1009-1 Vorschriften zu erfüllen.

Wie ist die Messung durchzuführen?

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **FI (RCD) Voltage U_B /Time t** Position.
- Wählen Sie über die **F1** Taste die FI t Meßfunktion.
- Wählen Sie den entsprechenden Nennfehlerstrom über **F2** aus.
- Wählen Sie den entsprechenden Multiplikator für den Nennfehlerstrom über die **F3** Taste.
- Wählen Sie die entsprechende Form des Fehlerstromes über die **F4** Taste, siehe Abb.38 - Unterschiedliche Formen des Fehlerstromes.
- Wählen Sie über die **F5** Taste den RCD Typ aus (standard oder selektiv).
- Überprüfen Sie über die **F6** Taste den Wert für $U_{B\,lim}$ und ändern Sie ihn gegebenenfalls.
- Schließen Sie die Prüfleiter entsprechend Abbildung35 an.
- Dürcken Sie die **START** Taste und lesen Sie das Meßergebnis ab.
- Speichern Sie das Meßergebnis zu Dokumentationszwecken (siehe Abschnitt 6.13).

Tabelle der gemäß IEC 1009-1 zulässigen Auslösezeiten

FI Typ	$I_{\Delta N}$	$2I_{\Delta N}$	$5I_{\Delta N}$*	Anmerkung
Standard	0,3	0,15	0,04	max. Unterbrechungs-zeit
selective	0,5	0,2	0,15	max. Unterbrechungs-zeit
	0,13	0,06	0,05	min. Verzögerung der Unterbrechungszeit

* Für $I_{\Delta N}$ Nennwerte ≤ 30mA beträgt der fünffache Prüfstrom 0.25A.

Darstellung der Meßergebnisse:

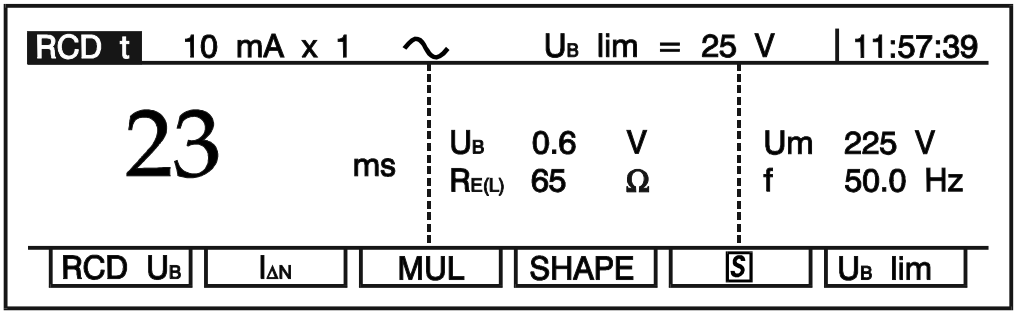


Abb.37. Darstellung der Auslösezeit bei der FI t Messung

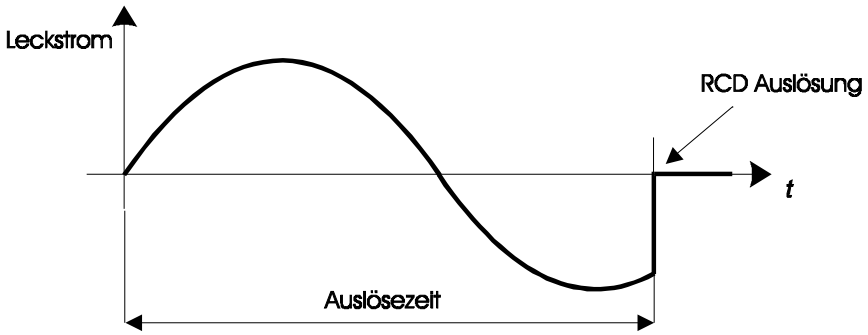
U_B.....Berührungsspannung gegen Erde gemessen,
R_E.....Erdwiderstand (siehe Erklärung unter Abbildung 36.)
R_L.....Schleifenwiderstand (siehe Erklärung unter Abbildung 36.)
Um.....Netzspannung
f.....Frequenz der Netzspannung

HINWEIS!

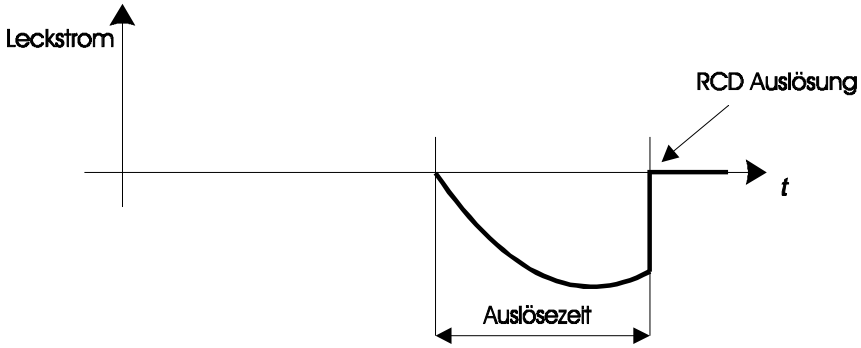
- **Um den Fehlerstrom bei negativer Polarität zu starten, ist die START Taste zweimal hintereinander zu drücken.**
- **Ein selektiver FI enthält naturgemäß eine Integrationsfunktion des Leckstromes aufgrund der erforderlichen Verzögerung des Auslösestromes. Daher muß der Benutzer 30 s warten, bevor das endgültige Ergebnis der Berührungsspannungsmessung erzielt wird, welches dann den Einfluß des Prüfstromes ausschließt.**
- **Wurde der PE Anschluß nicht verwendet, so erscheint nach Betätigen der START Taste die ”PE” Meldung nicht.**

Verschiedene Formen des Fehlerstromes.

a) Wechselnd (Startphase 0°)

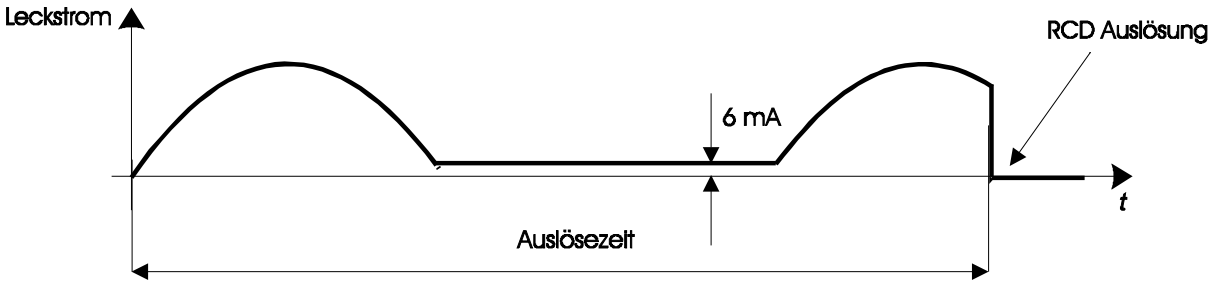


b) Wechselnd (Startphase 180°)

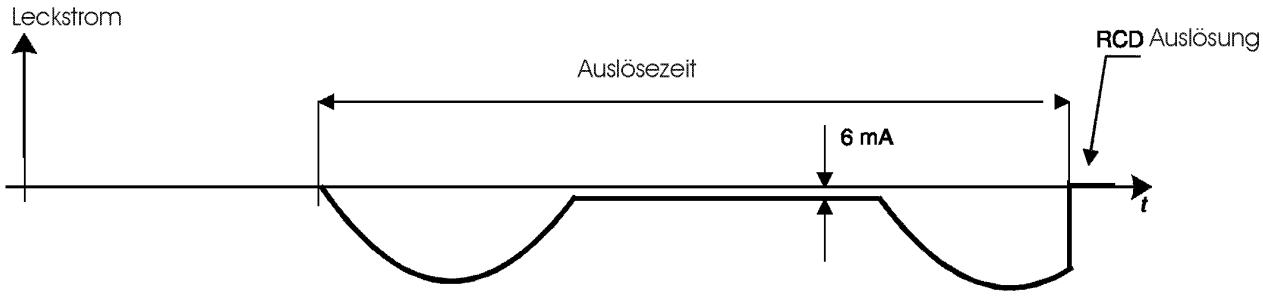


Wechselnder Leckstrom

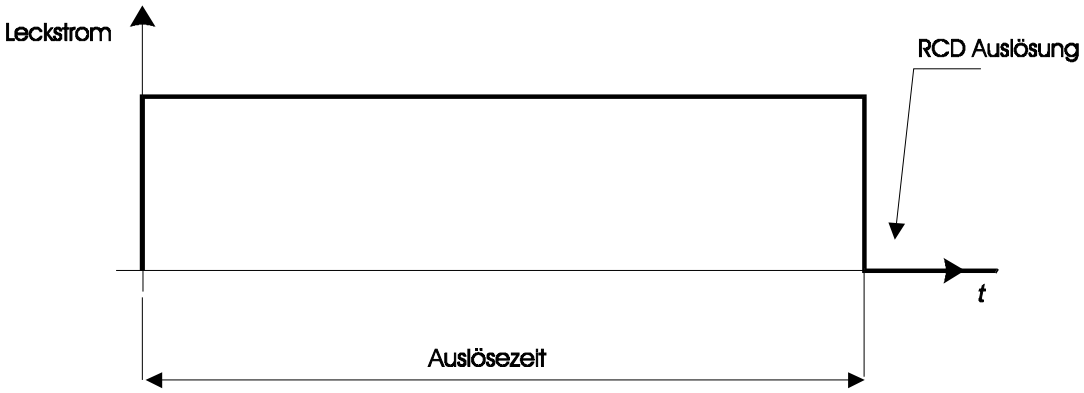
c) Pulsierend (Startphase 0°)



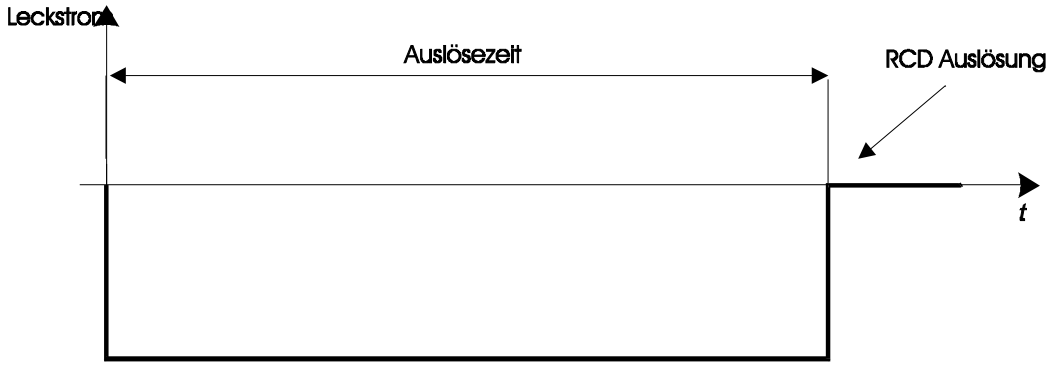
d) Pulsierend (Startphase 180°)



e) Reine Gleichstromform (Startphase 0°)



f) Reine Gleichstromform (Startphase 180°)



Gleichgerichteter Leckstrom

Abb. 38. Verschiedene Formen des Fehlerstromes

6.8.4. Messung des Auslösestromes I_Δ.

Es können nur Standard-FI-Typen hinsichtlich des Auslösestromes getestet werden.

Wie ist die Messung durchzuführen?

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **FI (RCD) Current I_Δ** Position.
- Wählen Sie den entsprechenden Fehlerstrom über die **F1** Taste aus.
- Wählen Sie die entsprechende Form des Fehlerstromes (siehe Abb. 38) über die **F2** Taste.
- Wählen Sie den Wert für $U_{B\ lim}$ über die **F3** Taste aus.
- Schließen Sie die Prüfleiter entsprechend Abbildung 35 an.
- Drücken Sie die **START** Taste und lesen Sie das Meßergebnis ab.
- Speichern Sie das Meßergebnis zu Dokumentationszwecken ab (Siehe Abschnitt 6.13).

Darstellung des Meßergebnisses:

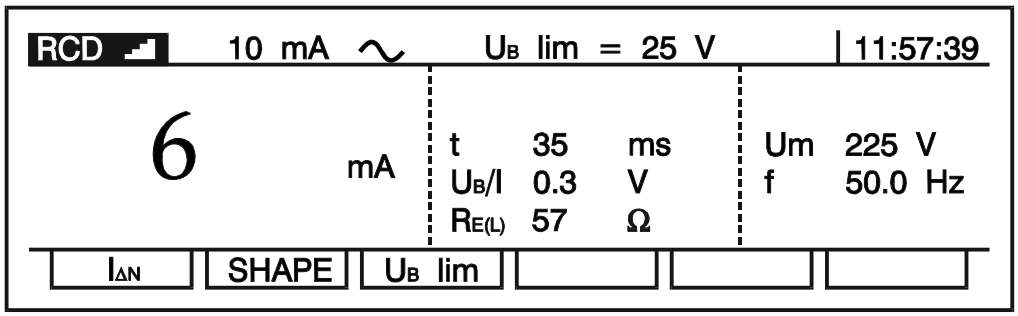


Abb.39. Darstellung des Auslösestromes I_Δ,

t .....Auslösezeit bei angezeigtem Auslösestrom
U_B/I .....Berührungsspannung bei angezeigtem Auslösestrom (siehe Erklärung in Abb.37)
R_E .....Erdwiderstand (siehe Erklärung in Abb. 36.)
R_L .....Schleifenwiderstand (siehe Abbildung in Abb.36)

HINWEIS!

- **Um den Fehlerstrom bei negativer Polarität zu starten, ist die START Taste zweimal hintereinander zu betätigen (siehe Abb. 38, Unterschiedliche Formen und Polaritäten des Fehlerstromes).**
- **Wurde der PE Anschluß nicht verwendet, so erscheint nach Betätigung der START Taste die PE Meldung nicht.**

6.8.5. FI Analyse

Um alle wichtigen FI Parameter automatisch zu prüfen (z. B. zu offiziellen Prüfzwecken) ist die FI Analyse wie folgt zu wählen.

Wie ist die Prüfung durchzuführen?

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **FI (RCD) Analysis** Position.
- Wählen Sie den entsprechenden Nennfehlerstrom über die **F1** Taste.
- Wählen Sie die entsprechende Form des Fehlerstromes über die **F2** Taste, siehe Abb. 38
  hinsichtlich der unterschiedlichen Formen des Fehlerstromes.
- Wählen Sie über die **F3** Taste den FI Typ (standard oder selektiv) aus.
- Überprüfen Sie den Wert für $U_{B\ lim}$ und ändern Sie ihn gegebenfalls über die **F4** Taste.
- Schließen Sie die Prüfkabel entsprechend Abbildung 35 an.
- Drücken Sie die **START** Taste und befolgend Sie die angezeigten Bedienungsanweisungen
  d.h.. ”reswitch RCD”, wenn erforderlich (FI wieder einschalten).
- Lesen Sie das Meßergebnis nach Beendigung der Messung ab und speichern Sie es zu Dokumentationszwecken ab (siehe Abschnitt 6.13).

Darstellung des Meßergebnisses:

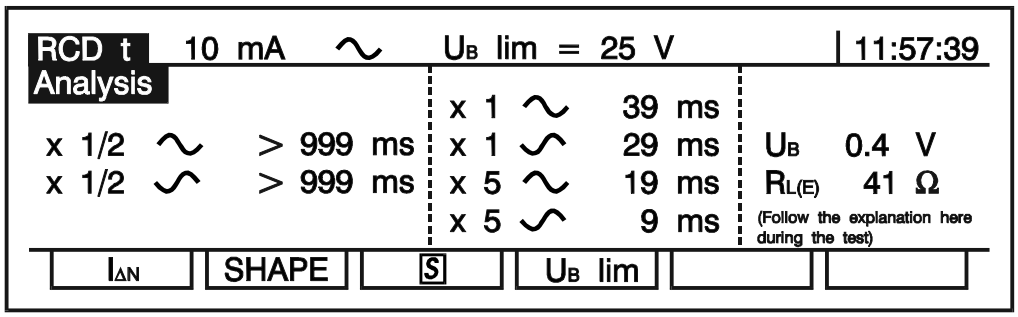


Abb.40. Darstellung des Ergebnisses der FI Analyse

U_B/I ..... Berührungsspannung (siehe Erklärung unter Abb.37)
R_E ..... Erdwiderstand (siehe Erklärung unter Abb. 36.)
R_L ..... Schleifenwiderstand (siehe Erklärung unter Abb.36)
x 1/2, 1, 5 ..... Multiplikatoren des Nennstromes
∿, ∿ ..... Form und Startphase des Fehlerstromes

HINWEIS!

- **Wurde ein schwacher DC Strom gewählt so kann nur ein Wert von 10mA und 30mA für**
  $I_{\Delta N}$ eingerichtet werden.

- **Wurde der PE Anschluß nicht verwendet, so erscheint nach Betätigung der START Taste die PE Meldung nicht.**

6. 9. Messung des Spannungsabfalls

Die Bestimmung des sich aufgrund des durch eine oder Teile einer Installations fließenden Stromes ergebende Spannungsabfalls kann sehr wichtig für die:

- Entscheidung, ob eine bestehende Installation eine bestimmte Last liefern kann oder nicht,
- für die Dimensionierung neuer Netzinstallationen,
- für die Suche nach der Ursache Fehlfunktionen bei elektrischen Geräten, Anlagen, Maschinen etc.sein.

Wie ist die Messung durchzuführen?

- Schließen Sie die Prüfleiter entsprechend der untenstehenden Abbildung an:

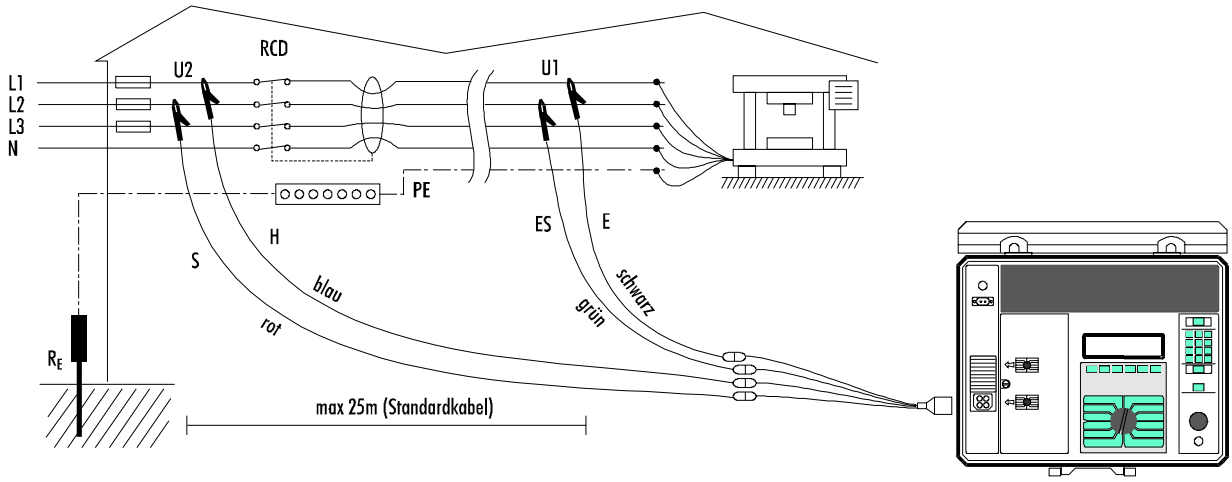


Abb.41. Prüfleiteranschlüsse

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **VOLTAGE DROP** Position.
- Drücken Sie die START Taste.
- Lesen Sie das Meßergebnisse ab und speichern Sie es zu Dokumentationszwecken (siehe Abschnitt 6.13).

Darstellung des Meßergebnisses:

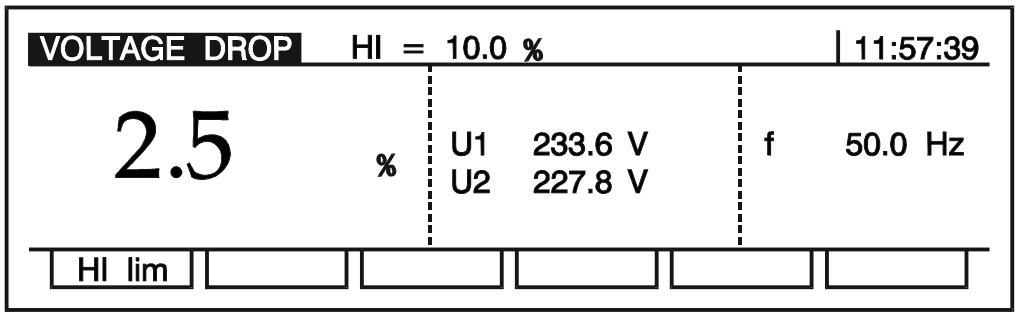


Abb..42. Darstellung des Ergebnisses der VOLTAGE DROP Messung

Berechnung des Spannungsabfalls $\Delta U = \frac{U_1 - U_2}{U_1} \cdot 100\% \quad ; U_1 > U_2$

$\Delta U = \frac{U_2 - U_1}{U_2} \cdot 100\% \quad ; U_2 > U_1$

U_2 .....Spannung zwischen P1 und P2 (S, H Testleiter)
U_1 .....Spannung zwischen C1 und C2 (ES, E Testleiter)

HINWEIS!

- **Wurden Phase und Masse am Ein- oder Ausgang vertauscht, so erscheint die ″⚠ CONNECTION″ Meldung.**
- **Sind U1, U2 oder beide Spannungen kleiner als 100V, dann erscheint die ″⚠ Uin < 100V″ Meldung.**

Jedes angezeigte Meßergebnis wird mit dem voreingestellten oberen Grenzwert (HI) verglichen. Sollte der Grenzwert überschritten werden, erscheint die Meldung ″⚠ > X″.
X .....voreingestellter oberer Grenzwert (HI)

Wie wird der obere Grenzwert (HI) eingestellt?

- Drücken Sie die **F1** Taste; es wird der alte Grenzwert angezeigt.

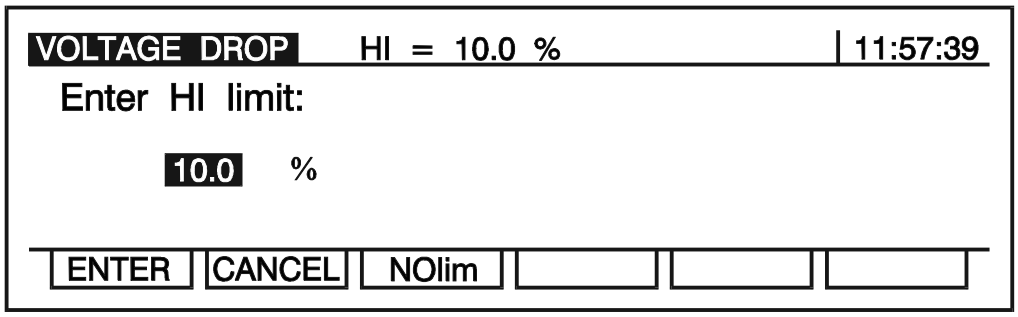


Abb. 43. Eingabe des oberen Grenzwertes (HI)

- Geben Sie den neuen Grenzwert über die numerische Tastatur ein.
- Drücken Sie die **F1** Taste.
- Verwenden Sie die Tasten **F2** und **F3** wie folgt:
  - **F2** um die Eingabe abzubrechen
  - **F3** um keinen Grenzwert einzugeben

6. 10. Präzisionsimpedanzsmessung Z

Wird ein päziser Impedanzwert benötigt oder ist einer der Werte sehr gering, so ist ein starker Prüfstrom erforderlich, damit ein spürbarer Spannungsabfall während des Tests erzeugt werden kann.

Wie ist die Messung durchzuführen?

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **Z2Ω Im=280A max** Position.
- Schließen Sie die Prüfleiter entsprechend der untenstehenden Abbildung an:
- Wählen Sie den entsprechenden Anschluß (L-L, L-N oder L-PE) über die **F1** Taste.

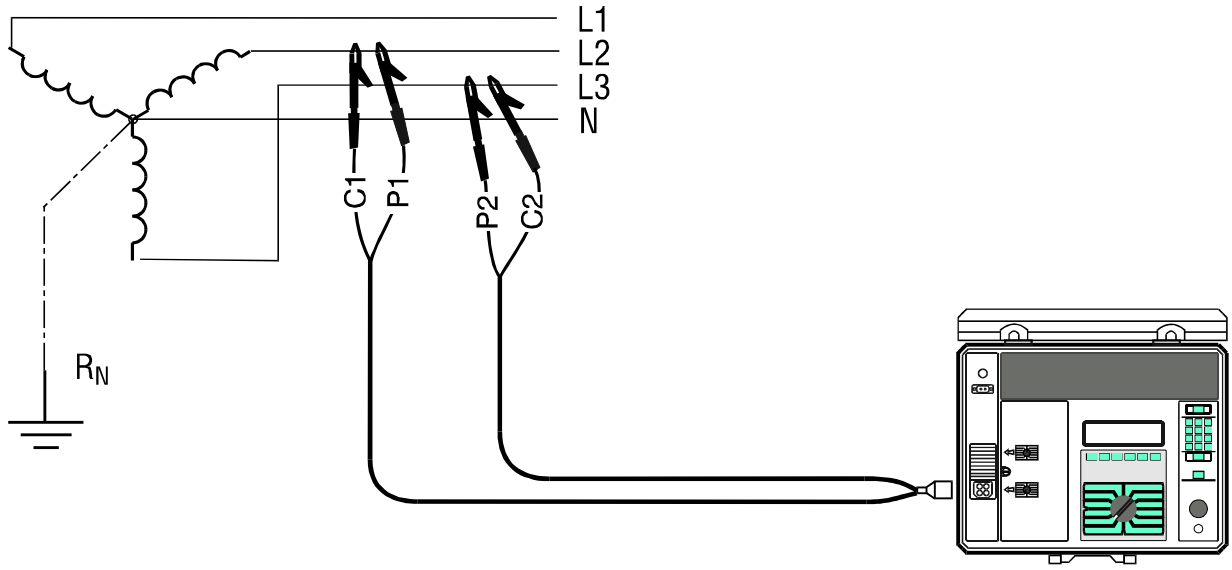


Abb. 45. Anschluß der Prüfleiter

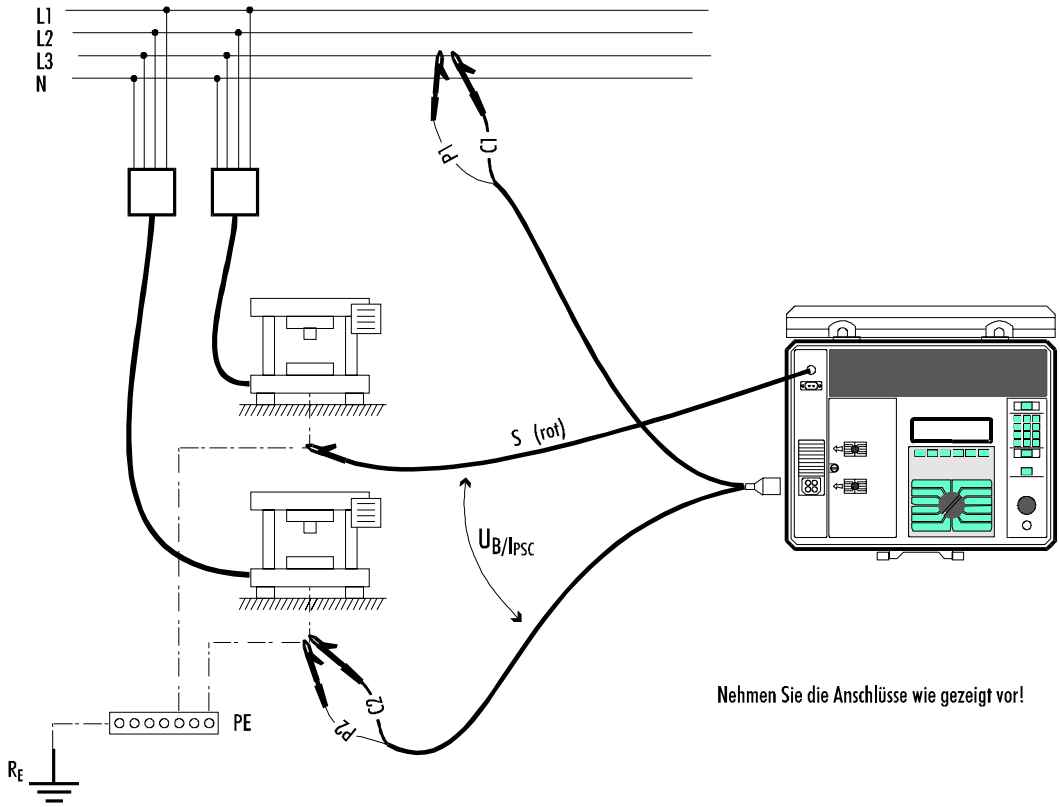


Abb. 46. Anschluß der Prüfleiter

- Drücken Sie die **START** Taste und warten Sie bis die 12 Messungen durchgeführt wurden.
- Lesen Sie das Meßergebnis ab und speichern Sie es zu Dokumentationszwecken (siehe Abschnitt 6.13).

Darstellung der Meßergebnisse:

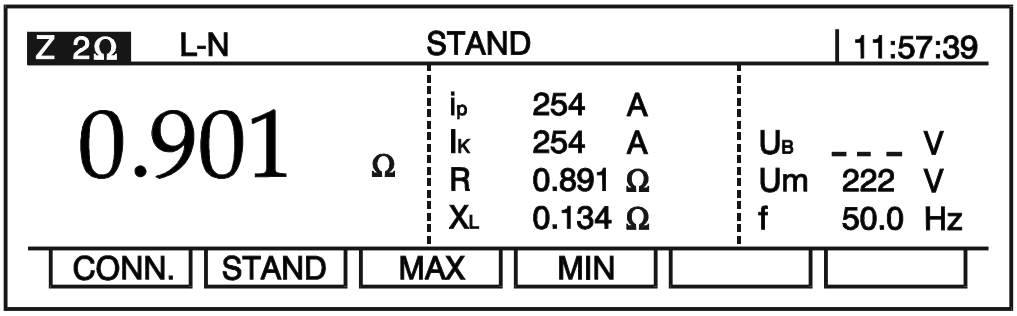


Abb.47. Darstellung des des Ergebnisses der hochauflösenden Impedanzmessung

I_K .....Zu erwartender Kurzschlußstrom (Standard, Maximal oder Minimal)
i_p.....Spitzenwert des zu erwartenden Kurzschlußstromes (angezeigt, falls ”maximal zu erwartender Kurzschlußstrom” gewählt wurde)
R.....Widerstandskomponente der Impedanz
X_L.....Induktionskomponente der Impedanz

U_B.....Berührungsspannung wird bei angezeigtem zu erwartendem Kurzschlußstrom
.....angezeigt, falls PROBE entsprechend Abbildung 46 angeschlossen wurde und der L-PE Anschluß gewählt wurde.
Um .....Netzspannung
f.....Frequenz der Netzspannung

- Wählen Sie den entsprechenden zu erwartenden Kurzschlußstrom über die **F2 bis F6** Tasten. Siehe auch Abschnitt 6.7 (LINE und LOOP Impedanz).

6. 11. Durchgangstest / Niederohmmessung mittels Prüfstrom von 10A ∿

Die Messung wird entsprechen der VDE 0113, VDE 0701 und IEC 34-21 Teil 7.2.3 Vorschriften durchgeführt. Es wird ein Wechselstrom von 50 Hz als Prüfstrom zur Bestimmung des Widerstands oder Spannungsabfalls verwendet. Zwei Meßoptionen stehen zur Verfügung:

- Widerstand oder
- Spannungsabfall bei automatischer Meßdauer von 11s auf 10A skaliert

a) Widerstand

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **LOWΩ 10A** ∿ Position.
- Wählen Sie über die **F1** Taste die LOWΩ 10A ∿ -R Funktion.
- Schließen Sie die Prüfleiter entsprechend der untenstehenden Abbildung an das Prüfobjekt an:

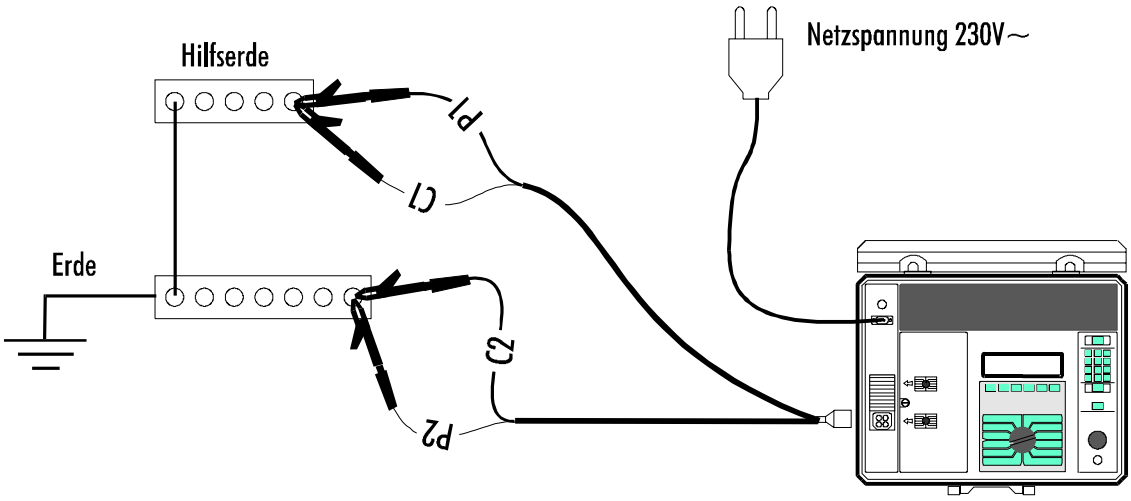


Abb. 48. Testleiteranschluß

- Überprüfen Sie den oberen Grenzwert (HI) und passen Sie ihn gegebenenfalls an (siehe den entsprechenden Abschnitt am Ende dieses Kapitels).
- Drücken Sie die **START** Taste und lesen Sie das Meßergebnis ab.
- Speichern Sie das Meßergebnis zu Dokumentationszwecken (siehe Abschnitt 6.13).

Darstellung des Meßergebnisses:

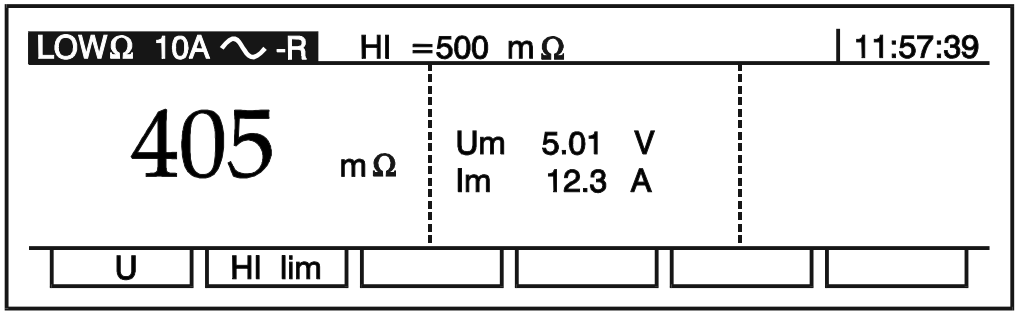


Abb. 49. Darstellung des Ergebnisses der LOWΩ 10A ∿ -Messung

Um .....Prüfspannung
Im.....Prüfstrom

HINWEIS!

- **Übersteigt die an den Prüfanschlüssen P1 und P2 anliegende Spannung 10V so kann die Messung nicht vorgenommen werden und es erscheint nach Betätigung der START Taste die Meldung ″⚠ Uinp > 10V″ auf dem Display.**
- **Drehen Sie den Funktionswahlschalter um die Messung vor Ablauf der Meßzeit von 10s zu beenden.**

Jedes angezeigte Meßergebnis wird mit dem voreingestellten oberen Grenzwert (HI) verglichen. Ist der gemessene Wert größer als der Grenzwert, so erscheint die Meldung ″⚠ > X″.
X .....voreingestellter oberer Grenzwert (HI)

Wie wird der obere Grenzwert eingestellt?

- Drücken Sie die **F2** Taste; es wird der zuletzt verwendete Grenzwert angezeigt.

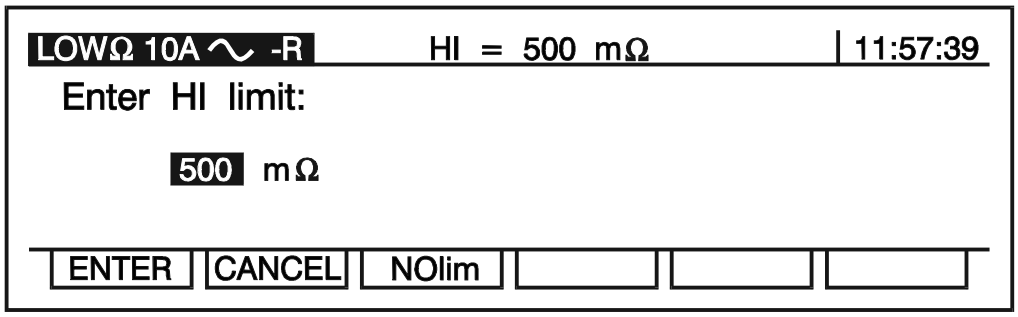


Abb. 50. Eingabe des oberen Grenzwertes (HI)

- Geben Sie den neuen Grenzwert über die numerische Tastatur ein.
- Drücken Sie die **F1** Taste.

b) Auf 10A skalierter Spannungsabfall bei einer automatischen Meßdauer von 11s:

- Drehen Sie den Funktionswahlschalter in die **LOWΩ 10A** ∿ Position.
- Wählen Sie die VOLTAGE DROP 10A ∿ Funktion über die **F1** Taste aus.

- Wählen Sie den entsprechenden Aderquerschnitt über die **F2** Taste.
- Schließen Sie die Prüfleiter entsprechend der untenstehenden Abbildung an.
- Drücken Sie die **START** Taste, warten Sie 11s und lesen Sie dann das Meßergebnis ab.
- Speichern Sie das Meßergebnis zu Dokumentationszwecken ab (siehe Abschnitt 6.13).

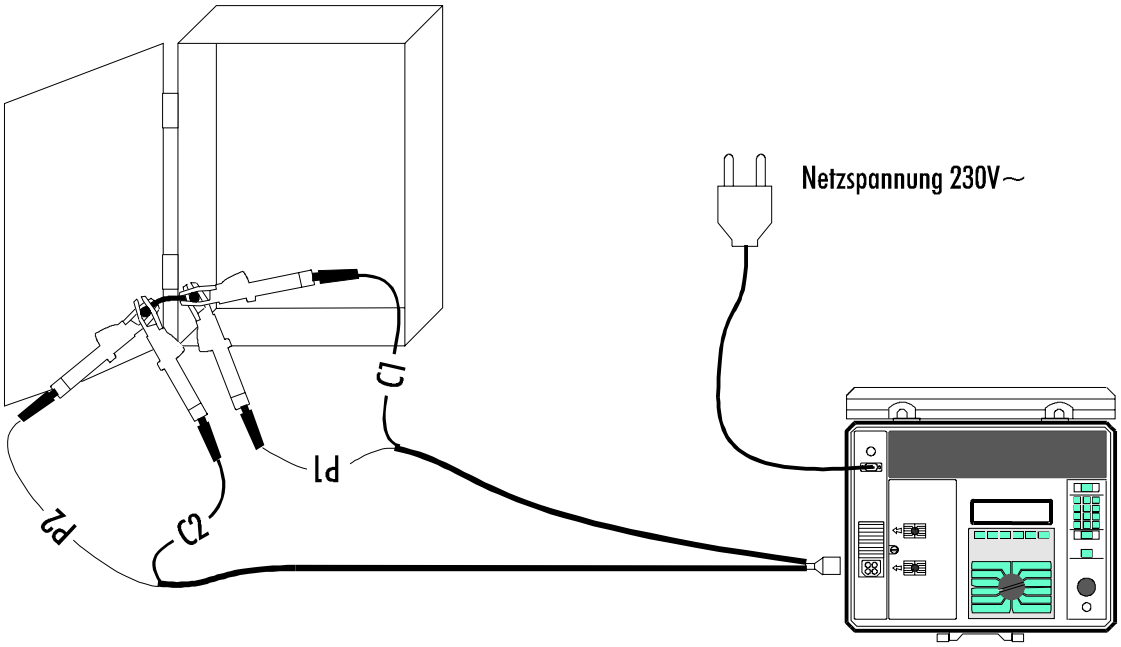


Abb. 51. Testleiteranschluß

Darstellung des Meßergebnisses:

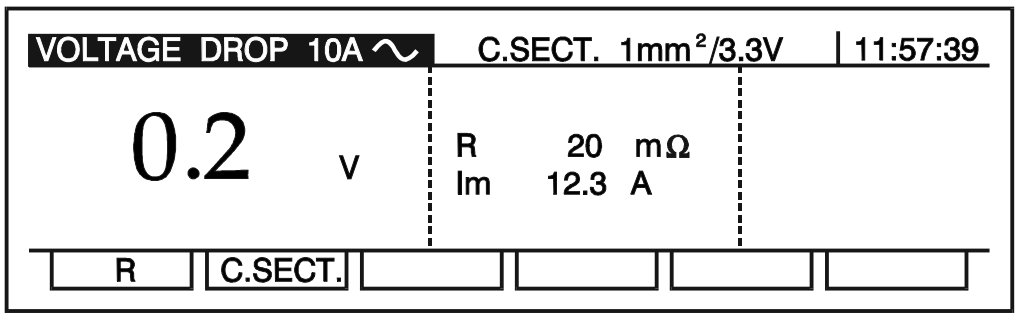


Abb. 52. Darstellung des Ergebnisses der VOLTAGE DROP 10A ∿ Messunge

R..... Prüfwiderstand
Im..... Prüfstrom
1mm2/3.3V... Eingefügter Durchschnitt der Prüfader und max. Spannungsabfall gemäß IEC EN60204-1

HINWEIS!

- **Übersteigt die an den Prüfanschlüssen P1 und P2 anliegende Spannung 10V so kann die Messung nicht vorgenommen werden und es erscheint nach Betätigung der START Taste die Meldung ″⚠ Uinp > 10V″ auf dem Display.**

6. 12. Messungen mit Drei-Phasen-Adapter

Um verschiedene Messungen an einem drei-phasigen System durchzuführen ist ein 3-Phasen-Adapter zu verwenden. Die nachfolgende Liste weist die mittels eines solchen Adapters durchführbaren Messungen aus.

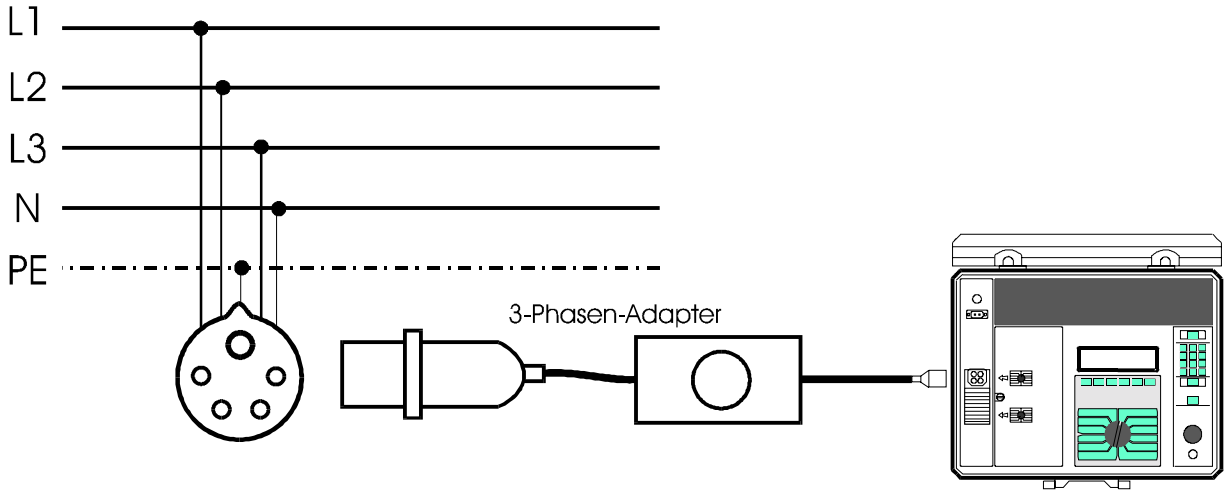


Abb. 53. Testkabelanschlüsse

Funktion	**Stellung des MAXTEST Funktionsdrehwahlschalters**	**Stellung des Funktionsdrehwahlschalter des ADAPTERs**
Z_{NETZ} L1-N L2-N L3-N	Z_{LINE}	L1 N/PE L2 N/PE L3 N/PE
Z_{NETZ} L1-L2 L2-L3 L3-L1	Z_{LINE}	L1 L2 L2 L3 L3 L1
$Z_{SCHLEIFE}$ L1-PE L2-PE L3-PE	Z_{LOOP}	L1 N/PE L2 N/PE L3 N/PE
R_{iso} L1-N L2-N L3-N	R_{iso}	L1 N/PE L2 N/PE L3 N/PE
R_{iso} L1-L2 L2-L3 L3-L1	R_{iso}	L1 L2 L2 L3 L3 L1
R_{iso} N-PE	R_{iso}	N PE
FI Parameter L1-PE L2-PE L3-PE	FI Spannung U_B/ Zeit t oder FI Strom I_Δ oder FI Analyse	L1 N/PE L2 N/PE L3 N/PE
3-Phasendrehung	PHASENDREHUNG	

Der 3-Phasenadapter ist gesondert erhältlich und gehört nicht zum Standardlieferumfang.

HINWEIS!

- **Verwenden Sie nur TEST CONNECTOR 1 !**

6. 13. Speichern der Meßergebnisse

Ist ein komplexes Prüfobjekt mit einer großen Anzahl einzelner Meßstellen auf viele unterschiedliche Parameter hin zu prüfen, so muß ein genauer Plan der Stromschleifen (L) und Meßstellen (P) erstellt werden und sind diese entsprechend durchzunummerieren, bevor mit der Messung begonnen werden kann. Siehe untenstehendes Beispiel:

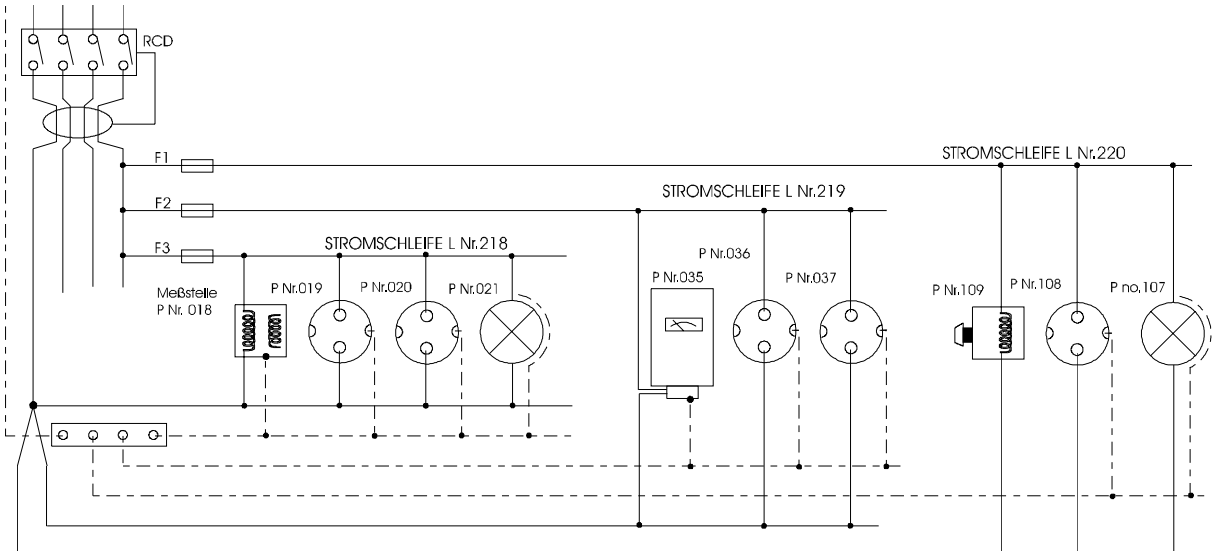


Abb. 54. Beispiel eines Prüfplanes einschließlich Nummerierung

Jedes angezeigte Meßergebnis kann wie folgt gespeichert werden:
Das Meßergebnis wird angezeigt.

	Gedrückte Taste	Anmerkungen
1.	MENU	Wählen Sie die Speicherfunktionsbelegung der Funktionstasten F1 - F6 (siehe Abb. 55).
2.	L	Die letzte Schleifennummer wird angezeigt.
3.	↓, ↑ od. 0 … 9	Geben Sie die gewünschte Schleifennummer über die ↑/↓ Tasten (angezeigt im Display) oder die numerische Tastatur ein.
4.	ENTER	Die neue Schleifennummer ist eingegeben worden.
5.	P	Der letzte Speicherplatz wird angezeigt.
6.	↓, ↑ od. 0 … 9	Geben Sie die gewünschte Speicherplatznummer über die ↑/↓ Tasten (angezeigt im Display) oder die numerische Tastatur ein.
7.	ENTER	Die neue Speicherplatznummer ist eingegeben worden.
8.	SAVE	Das angezeigte Meßergebnis wird gespeichert, die Nummer der nächsten Speicherposition wird angezeigt. (Jedes Meßergebnis kann nur einmal gespeichert werden.)

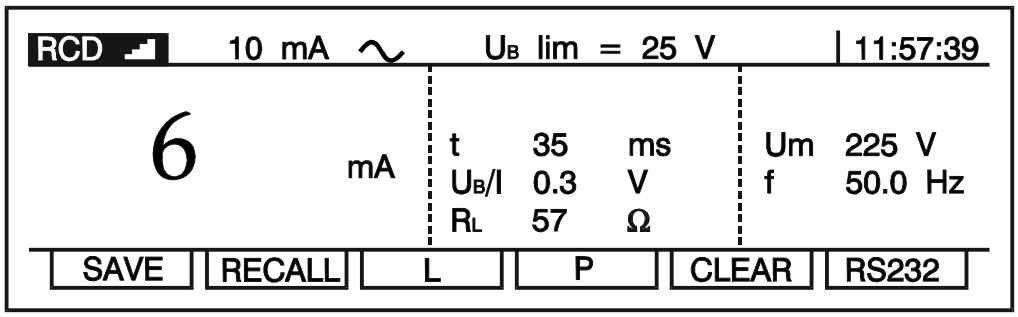


Abb. 55.Funktionstasten F1 bis F6 im Speicherbetrieb

9. MENU — Wechseln Sie nach Beendigung der Speicherung zur Betriebsfunktionsbelegung der F1-F6 Tasten zurück. (Sonst müssen einige Parameter der Funktion geändert werden.)

HINWEISE!

- **Für die Nummerierung der Meßstellen (P) sowie der Stromschleifen (L) können Ziffern von 1 bis 255 vergeben werden.**
- **Wird eine Nummerierung der Stromschleifen und/oder der Meßstellen nicht benötigt, so können die Schritte 2 bis 7 der obigen Anleitung übersprungen werden.**
- **Die fortlaufende Nummer der gespeicherten Meßergebnisse bezieht sich auf alle vorgenommenen Messungen, d.h. sie ist unabhängig von der vergebenen Meßstellen- oder Stromschleifennummer.**

Liste der Meßergebnisse, Teilergebnisse und Parameter einer jeden Meßfunktion, welche auf einen PC überspielt und dort gespeichert und/oder ausgedruckt werden können:

Position des Funktionsdreh-wahlschalters	**Hauptergebnis**	**Unterergebnisse und Parameter**
LOWΩ 200mA ⎓	R.....Geringer Widerstand	R+....Teilergebnis bei positiver Polarität der an L anliegenden Prüfspannung R- ....Teilergebnis bei negativer Polarität der an L anliegenden Prüfspannung Im ....Prüfstrom
R_{ISO}	R_{ISO} .....Isolations-widerstand	Um...Prüfspannung •.....Nenn-Prüfspannung
EARTH	R_E .....Erdwiderstand	Rc ....Stromspitzenwiderstand Rp ....Potentieller Spitzenwiderstand •.....Anschlußart (2 oder 3 Punkt)
	ρ .....Bodenspezifischer Widerstand	Rc ....Stromspitzenwiderstand Rp ....Potentieller Spitzenwiderstand •.....Abstand ″a″ zwischen zwei Prüfstangen
PHASE ROTATION	◯.....Phasendrehung	U1-2..... Netzspannung zwischen L1 und L2 (Phasenanschlüsse) U2-3..... Netzspannung zwischen L2 und L3 (Phasenanschlüsse) U3-1..... Netzspannung zwischen L3 und L1 (Phasenanschlüsse) f .....Frequenz der Netzspannung
Z LINE	$Z_{L-N\ or\ L-L}$ ....Impedanz	i_p .....Spitzenwert des max. zu erwartendem Kurzschlußstrom I_K.....Zu erwartender Kurzschlußstrom (Standard, Min. oder Max.Wert, wird beim Speichern angezeigt) R .....Widerstandskomponente der Impedanz X_L.....Induktionskomponente der Impedanz Um...Netz L-N oder L-L Spannung f .....Frequenz der Netzspannung •.....L-N oder L-L Anschluß

Z LOOP	Z_{L-PE} .....Impedanz	i_p .....Spitzenwert des max. zu erwartenden Kurzschlußstromes I_K.....Zu erwartender Kurzschlußstrom (Standard, Min. oder Max.Wert, wird beim Speichern angezeigt) R .....Widerstandskomponente der Impedanz X_L.....Induktionskomponente der Impedanz Um...Netz-L-PE Spannung f .....Frequenz der Netzspannung •.....Polarität des Prüfstromes U_B ....Berührungsspannung bei maximal zu erwartendem Kurzschlußstrom; wird angezeigt, wenn der PROBE Anschluß entsprechend Abb. 31 ange-schlossen wurde.
Voltage U_B Time t	U_B.... Kontaktspannung bei Nenn-Fehler-strom (einfaches FI) oder bei doppeltem Fehlerstrom (selektiver FI)	$R_{E(L)}$..Erdwiderstand oder Schleifenwiderstand Um...Netz L-PE Spannung f .....Frequenz der Netzspannung •.....Nenn-Fehlerstrom U_{Blim} .Grenzwert der Kontaktspannung •.....Selektiver oder einfacher FI Typ
	t ..... Auslösezeit	U_B ....Berührungsspannung bei Nenn-Fehlerstrom (einfacher FI) oder bei doppeltem Fehlerstrom (selectiver FI Typ) $R_{E(L)}$..Erdwiderstand oder Schleifenwiderstand Um...Netz-L-PE Spannung f .....Frequenz der Netzspannung •.....Nenn-Fehlerstrom •.....Multiplikator des Nenn-Fehlerstromes •.....Form des Nennfehlerstromes current •.....FI Typ U_{blim}..Grenzwert der Kontaktspannung
FI Current I_Δ	I_Δ ..... Auslösestrom	t.....Auslösezeit bei Auslösestrom U_B/I..Berührungsspannung bei Auslösestrom $R_{E(L)}$..Erdwiderstand oder Schleifenwiderstand Um...Netzspannung f .....Frequenz der Netzspannung •.....Nennfehlerstrom U_{blim}..Grenzwert der Kontaktspannung •.....Form des Fehlerstromes

FI Analyse	t/0.5 $I_{\Delta N}$, pos. Auslösestrom bei halbem Nennstrom und pos. Polarität t/0.5 $I_{\Delta N}$, neg. Auslösestrom bei halbem Nennstrom und neg. Polarität t/$I_{\Delta N}$, pos. Auslösestrom bei Nennstrom und pos. Polarität t/$I_{\Delta N}$, neg. Auslösestrom bei Nennstrom und negativer Polarität t/5$I_{\Delta N}$, pos. Auslösestrom bei 5-fachem Nennstrom und positiver Polarität t/5$I_{\Delta N}$, neg Auslösestrom bei 5-fachem Nennstrom und negativer Polarität	U_B Berührungsspannung bei Nenn-Fehlerstrom (Standard FI) oder bei doppeltem Fehlerstrom (selektiver FI) $R_{E(L)}$..Erdwiderstand oder Schleifenwiderstand •.....Nennfehlerstrom •.....Form des Fehlerstromes •.....Selektiver oder Standard FI U_{Blim} .Grenzwert für Berührungsspannung
VOLTAGE DROP	ΔU ..... Spannungsabfall	U_1.....Spannung zwischen H und S Prüfleiter U_2.....Spannung zwischen ES und S Prüfleiter f .....Frequenz der Eingangsspannung (U1 oder U2, je nachdem welche höher ist)
Z2Ω Im=280A max	$Z_{L\text{-}N,\ L\text{-}PE\ or\ L\text{-}L}$. Impedanz	i_p .....Spitzenwert des max. zu erwartenden Kurzschlußstromes I_K.....Zu erwartender Kurzschlußstrom (Standard, Min. oder Max. Wert, wird beim Speichern angezeigt) R .....Widerstandskomponente der Impedanz X_L.....Induktionskomponente der Impedanz Um...Netz L-N, L-PE oder L-L Spannung U_B ....Kontaktspannung bei max. zu erwartendem Kurzschlußstrom, wird angezeigt, falls PROBE Anschluß wie in Abb. 45 gezeigt verwendet wird. f .....Frequenz der Netzspannung •.....L-N, L-PE oder L-L Anschluß
LOWΩ 10A ∿	R..... Geringer Widerstand	Um...Prüfspannung Im ....Prüfstrom
	U ..... Spannungsabfall auf 10 A skaliert	R .....Geringer Widerstand Im ....Prüfstrom •.....Aderquerschnitt und max. Spannungsabfall

6. 14. Aufrufen der gespeicherten Meßergebnisse

Für den Aufruf gespeicherter Meßergebnisse ist wie folgt vorzugehen:

	Gedrückte Taste	Anmerkungen
1.	MENU	Wechsel in die Speicherfunktionsbelegung der F1 - F6 Tasten (siehe Abb. 55).
2.	RECALL	Das erste Meßergebnis der Stromschleife und die beim letzten Aufruf verwendete Meßortkennung wird angezeigt.
3.	L	Drücken, wenn die aktuelle Stromschleifennummer geändert werden soll → letzte Schleifennummer wird angezeigt.
4.	↓, ↑ or 0…9	Eingabe der gewünschten Schleifennummer über die ↑/↓ Tasten (auf dem Display angezeigt) oder über die numerische Tastatur.
5.	ENTER	Neue Stromschleifennummer wurde eingegeben und der entsprechende Speicherplatz wird angezeigt.
6.	P	Drücken, falls die Meßortkennung geändert werden soll → letzte Meßortkennung wird angezeigt.
7.	↓, ↑ or 0…9	Eingabe der gewünschten Meßortkennung über die ↑/↓ Tasten (auf dem Display angezeigt) oder über die numerische Tastatur.
8.	ENTER	Neue Meßortkennung wurde eingegeben und der entsprechende Speicherplatz wird angezeigt.
9.	↑, ↓	Überprüfen der weiteren für die selbe Stromschleife und den gleichen Meßort gespeicherten Meßergebnisse über die ↑/↓ Tasten (auf dem Display angezeigt).
10.	BACK	Verlassen des Datenabrufmodus (RECALL).

HINWEIS!

- **Werden gespeicherte Meßergebnisse aufgerufen und angezeigt, so wird der Funktionsname in der oberen linken Displayecke nicht dunkel unterlegt, wie sonst üblich.**

6. 15. RS232 Schnittstelle

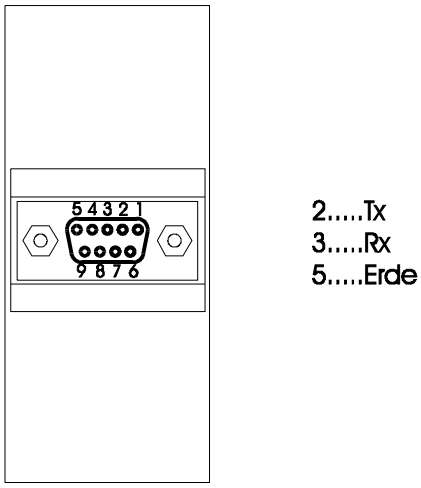


Abb. 56. RS232 Anschluß

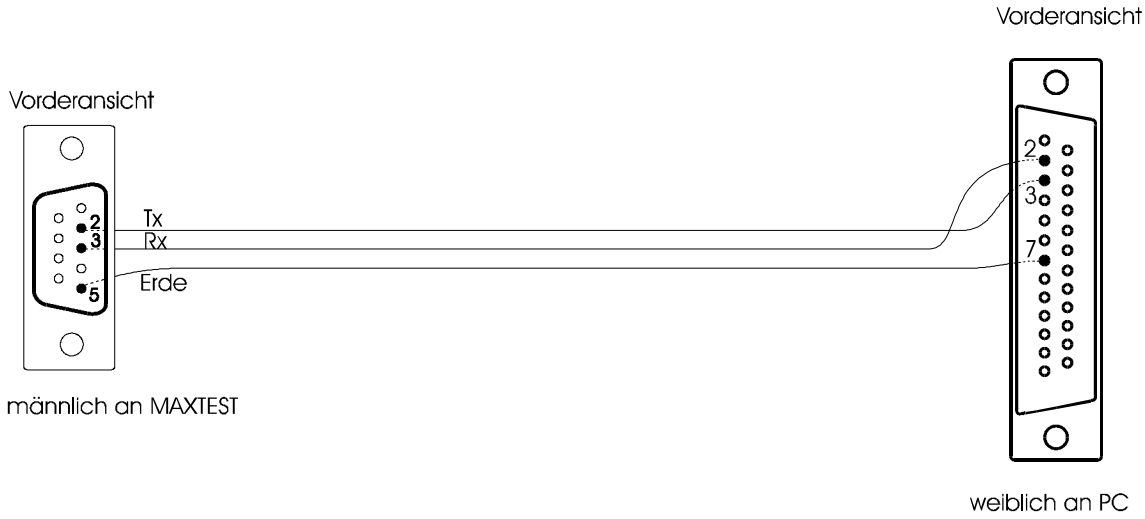


Abb. 57. RS232 Kabel

- Schließen Sie Ihren PC an den MAXTEST über das RS232 Kabel an, siehe Abb. 57.
- Richten Sie die Datenkommunikationsparameter ein:
  Port: COM 1, COM 2
  Baudrate: 1200, 2400, 4800, 9600- wählen Sie 4800 über die entsprechende Software.
- Schalten Sie den MAXTEST ein, drücken Sie die MENU Taste und dann die RS232 Taste

→ Das Meßgerät kann nun Befehle vom PC empfangen.

Sollen Daten an den PC oder einen externen Drucker übertragen werden, so befolgen Sie die Anweisungen auf dem Display, z.B.:

- Drücken Sie die PRINT Taste, um alle gespeicherten Meßergebnisse auszudrucken,
- Drücken Sie die PRINT L Taste, geben Sie die entsprechende Speicherplatznummer (L) über die numerische Tastatur ein und bestätigen Sie mit ENTER um nur die Meßergebnisse des bestimmten Speicherplatzes auszudrucken,
- Drücken Sie die PRINT LP Taste, geben Sie die entsprechende Speicherplatznummer (L) über die numerische Tastatur ein und bestätigen Sie diese mit ENTER , geben Sie die entsprechende Meßortkennung (P) über die numerische Tastatur ein und bestätigen Sie diese mit ENTER , um nur die unter dieser Speicherplatznummer und diesem Meßort abgelegten Meßergebnisse auszudrucken,
- Drücken Sie die BACK Taste, um den Datenkommunikationsmodus zu verlassen.

HINWEIS!

- **Soll die Datenübertragung angehalten werden, muß die Stellung des Funktionsdrehwahlschalters geändert werden.**
- **Soll die Eingabe eines Speicherplatzes oder eines Meßortes abgebrochen werden, so ist die CANCEL Taste zu drücken.**
- **Fehlerhafte Eingaben des Speicherplatzes oder des Meßortes können über die CE Taste gelöscht werden.**

6. 16. Zurücksetzen des Meßgerätes (RESET)

Sollten Fehlfunktionen während der Benutzung des MAXTESTs autreten, so ist es ratsam einen RESET durchzuführen. Dadurch werden alle einstellbaren Parameter auf ihre Vorgabewerte zurückgesetzt und die Speicherpositionen gelöscht.

Wie wird ein RESET durchgeführt?

- Schalten Sie das Meßgerät aus.
- Drücken Sie die **CE** Taste und halten Sie sie heruntergedrückt, während Sie das Gerät wieder einschalten.
- ”RESET” wird nun eine Zeit lang auf dem Display angezeigt; dann erscheint die Anzeige der Einrichtfunktion auf dem Display.
- Lassen Sie die **CE** Taste wieder los..

Liste der Parameter und ihrer Vorgabewerte:

Funktion	Parameter	Vorgabewert
LOWΩ 200mA ⎓	HI (oberer Grenzwert) Leitungskompensation	5.00 Ω gelöscht
R_{ISO}	LO (unterer Grenzwert) HI (oberer Grenzwert) U_N	0.25 MΩ/250 V, 0.5 MΩ/500 V, 1 MΩ/1000 V, kein 500V
EARTH	Anschlußsystem HI (oberer Grenzwert) Funktion Abstand ”a”	2 -PUNKT 1666 Ω ρ 10 m

Z LINE	Anschluß I_{PSC} Typ	L-N STANDARD

Funktion	Parameter	Vorgabewert
Z LOOP	Polarität I_{PSC} Typ	⌒ STANDARD
Voltage U_B Time t	$I_{\Delta N}$ U_{Blim} FI Typ Funktion Multiplikator für $I_{\Delta N}$ Form des Fehlerstroms	30 mA 50 V allgemein FI U_B × 1 ∿
FI (RCD) Current	$I_{\Delta N}$ Form des Fehlerstroms U_{Blim}	30 mA ∿ 50 V
FI (RCD) Analysis	$I_{\Delta N}$ Form des Fehlerstroms U_{Blim}	30 mA ∿ 50 V
VOLTAGE DROP	HI (oberer Grenzwert)	4.0 %
Z2Ω Im=280A max	Anschluß I_{PSC} Typ	L-N STANDARD
LOWΩ 10A ∿	Querschnitt / ΔU max. Funktion HI (oberer Grenzwert)	1 mm^2 / 3.3 V LOW Ω 10 A ∿ 150 mΩ
	alle Speicherpositionen	gelöscht
	Meßortnummer	001
	Stromschleifennummer	001
	Laufende Nummer gespeicherter Meßergebnisse	001

HINWEIS!

- **Treten im für die einstellbaren Parameter reservierten RAM-Speicherbereich - siehe obige Tabelle - Störungen (externe Einwirkungen, Entladen der Lithium-Batterien etc.) auf, so werden diese Parameter automatisch auf ihre Vorgabewerte zurückgesetzt und es erscheint eine zeitlang nach Einschalten des Meßgerätes die Meldung 'RESET PARAMETERS' auf dem Display.**
  Gegenmaßnahme: Stellen Sie die entsprechenden Parameter erneut ein.
- **Treten im für die Speicherung der Meßergebnisse vorbehaltenen RAM-Speicherbereich Störungen (externe Einwirkungen, Entladen der Lithium-Batterien etc.) auf, so werden diese Parameter automatisch gelöscht und es erscheint eine zeitlang nach Einschalten des Meßgerätes die Meldung 'MEMORY ERASED' auf dem Display.**
- **Treten im für die Abgleichungskonstanten reservierten EEPROM Speicher Störungen (EEPROM Inhalt zerstört oder beschädigt etc.) auf, so liegen die Meßergebnisse außerhalb der Toleranz oder sind anderweitig inakzeptabel, so erscheint die Meldung 'CALIBRATION CONSTANTS CORRUPED' eine zeitlang, nachdem das Meßgerät eingeschaltet wurde.**

- **Hängt sich das Gerät aus irgend einem Grund auf, d.h. kann keine der Tasten mehr benutzt werden und reagiert auch der Funktionsdrehwahlschalter nicht mehr, so entnehmen Sie die Batterien und legen Sie sie nach einer Weile wieder ein.**

6. 17. Kontrasteinstellung beim Display

Da der Displaykontrast von der Umgebungstemperatur und dem Blickwinkel abhängt, kann er individuell eingestellt werden.

Wie wird der Kontrast eingestellt?

- Schalten Sie das Meßgerät ein.
- Achten Sie darauf, daß für die Tasten F1 - F6 die Funktionstastenbelegung eingestellt ist.
- Verwenden Sie die 8/↑ und 2/↓ Taste um den Kontrast einzustellen.

6. 18. Zeiteinstellung

Soll die Zeit eingestellt werden, so ist wie folgt vorzugehen:

- Drücken Sie die Dezimalpunkt-Taste und halten Sie sie heruntergedrückt, während Sie die Stellung des Funktionsdrehwahlschalters ändern → es wird das folgende Menü angezeigt.

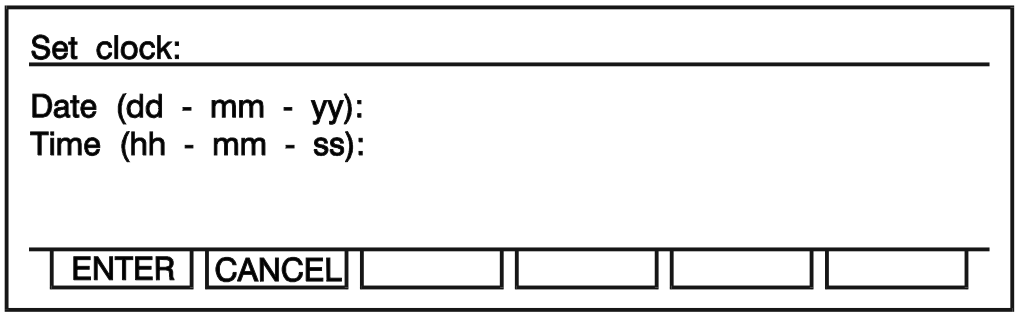


Abb. 58. Einstellung der Uhr

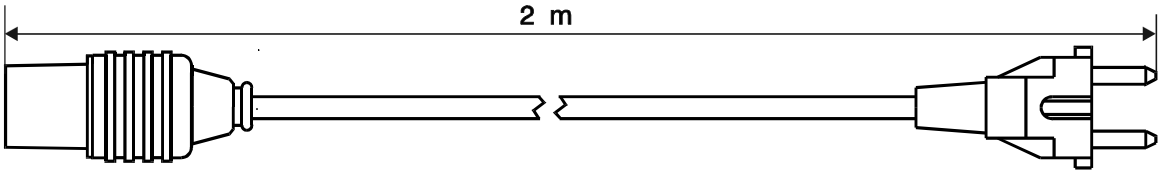
- Geben Sie zunächst über die numerische Tastatur die Daten im angezeigten Format ein (einschließlich der vorangestellten Nullen).
- Bestätigen Sie Zeit und Datum mit der F1 Taste oder brechen Sie die Eingabe mit F2 ab.

HINWEIS!

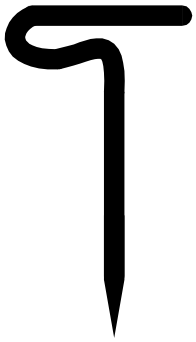
- **Wird ein unrealistisches Datum oder eine unmögliche Uhrzeit eingegeben, so erscheint die Meldung 'Wrong date' oder 'Wrong time' auf dem Display → Löschen Sie die fehlerhafte Eingabe mit der CE Taste.**

7. STANDARD LIEFERUMFANG

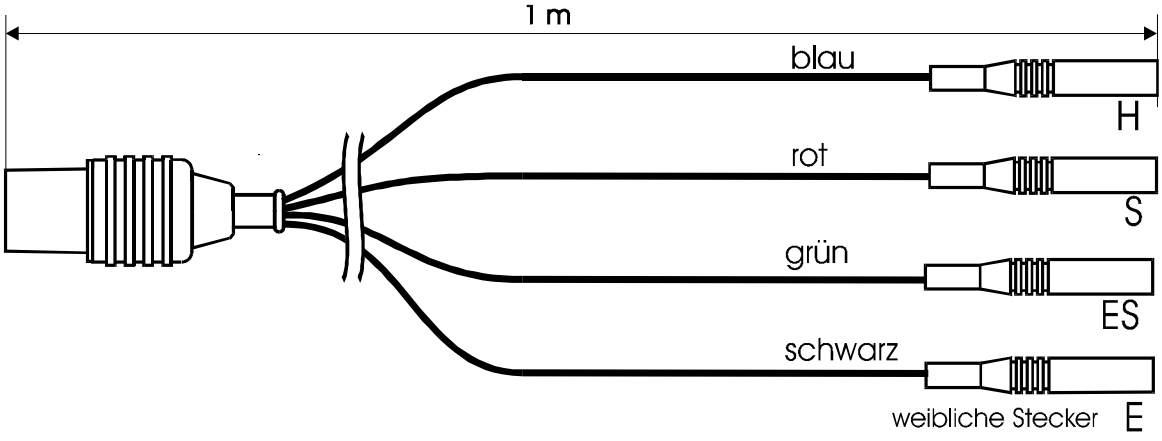
- MAXTEST HT2038
- Zubehörtasche
- Prüfkabel mit Schuko-Stecker



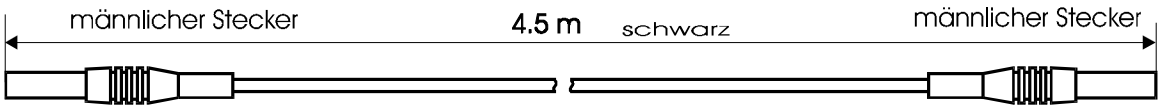
- Erdungsspieße, 4 Stück



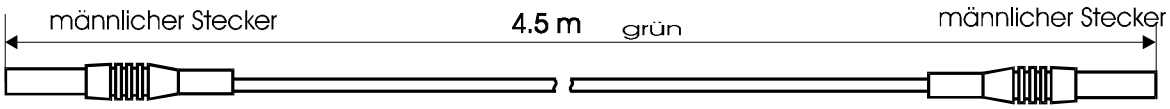
- Erdwiderstandsprüfkabel



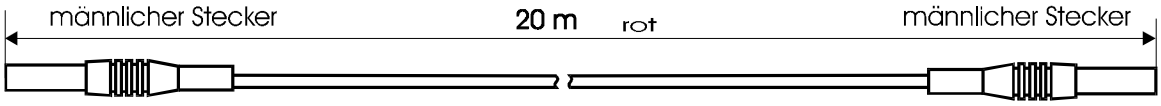
- Prüfkabel E



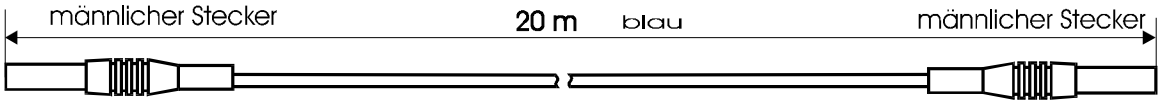
- Prüfkabel ES



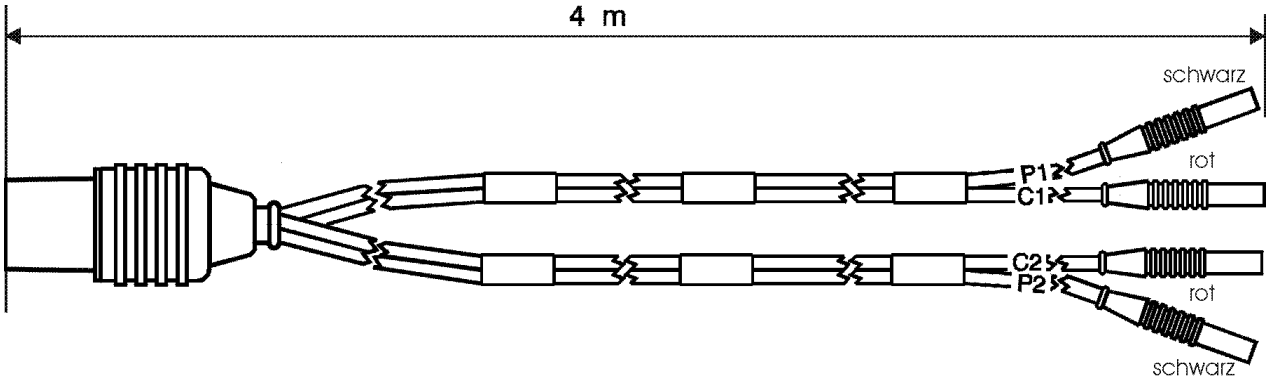
- Prüfkabel S



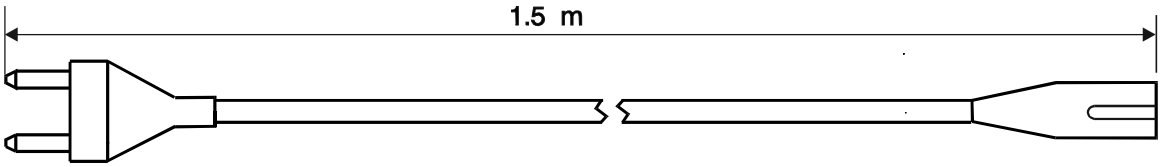
- Prüfkabel H



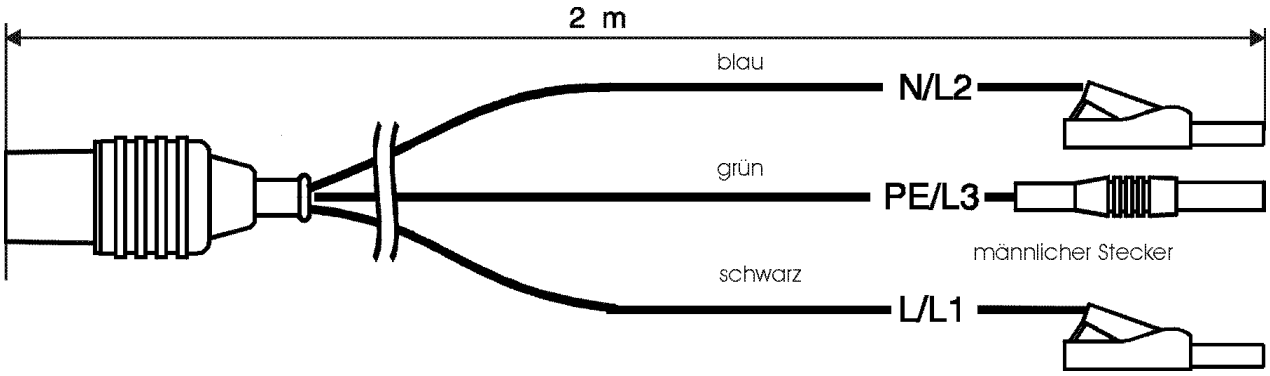
- Prüfkabel, 4-adrig



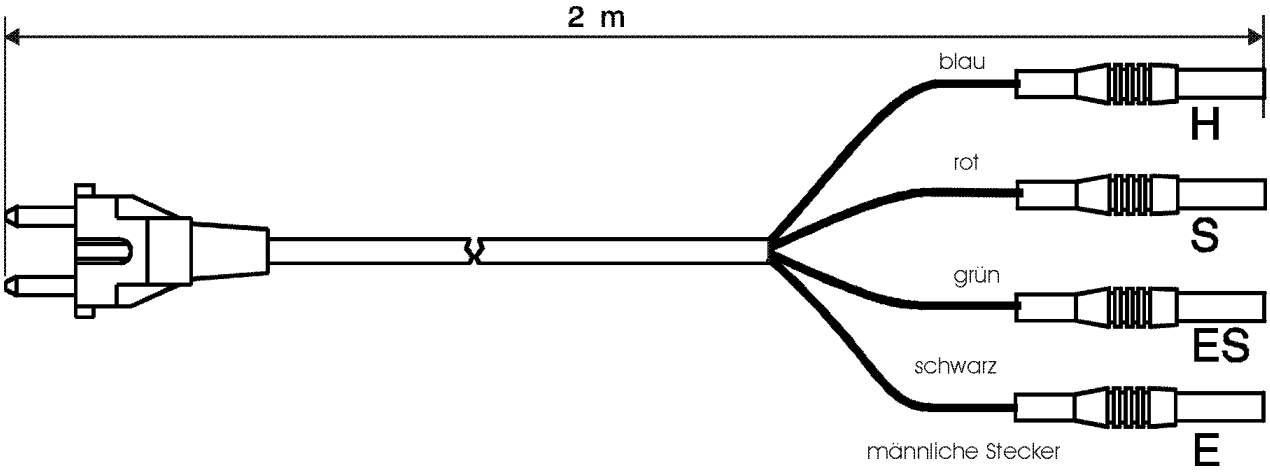
- Netzkabel LOWΩ 10A



- Prüfkabel für separaten Anschluß



- Prüfkabel für Erdwiderstandsmessung N-PE



- Sicherheitskrokodilstecker, 4 Stück
- Sicherheitsmeßspitzen, 2 Stück (schwarz, blau)
- Bedienungsanleitung
- Protokoll der Endkontrolle
- Garantie
- Papierverpackung